

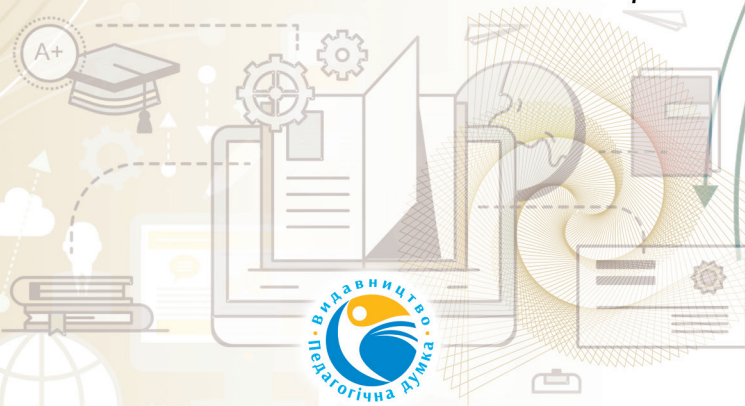


НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПЕДАГОГІКИ



Стан та шляхи підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти в Україні

Аналітико-методичні
матеріали



Київ
Педагогічна думка
2021

УДК 373.014.6(477)

*Рекомендовано до друку вченою радою
Інституту педагогіки НАПН України
(протокол № 12 від 18 жовтня 2021 р.).*

Рецензенти:

Ю.О. Жук, доктор педагогічних наук, доцент;
Л.М. Калініна, доктор педагогічних наук, професор.

**За загальною редакцією дійсного члена НАПН України,
д.пед.н., проф. О.М. Топузова.**

Авторський колектив:

М.І. Бурда (3.1), Д.В. Васильєва (3.1), Л.П. Величко (3.2.5),
Т.І. Вороненко (3.2.5), М.В. Головка (3.2.4), Д.О. Засєкін (3.2.4),
Т.М. Засєкіна (р. 1), О.Г. Козленко (3.2.2), Т.В. Коршевнюк (3.2.2),
І.П. Крячко (3.2.1), А.О. Логінова (3.2.3), О.І. Лоқшина (р. 1),
Ю.С. Мельник (3.2.4), Т.Г. Назаренко (3.2.3), О.В. Онопрієнко (р. 2),
В.В. Сіпій (3.2.4), О.М. Шпарик (р. 1), В.С. Яценко (3.2.3).

Укладач М.В. Головка

С76 **Стан та шляхи** підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти в Україні. Аналітико-методичні матеріали /кол. автор. ; за загальною редакцією О.М. Топузова ; укл. М.В. Головка. Київ : Інститут педагогіки НАПН України: Педагогічна думка, 2021. – 116 с.

<https://doi.org/10.32405/978-966-644-605-6-116>

У виданні представлено аналітико-методичні матеріали, підготовлені співробітниками Інституту педагогіки НАПН України щодо стану, ключових проблем, тенденцій та механізмів розбудови шкільної природничо-математичної освіти в контексті реалізації Концепції Нової української школи та нових стандартів початкової і базової середньої освіти. Матеріали адресовані працівникам органів державного управління, керівникам та вчителям закладів загальної середньої освіти.

УДК 373.014.6(477)

ISBN 978-966-644-605-6

© Інститут педагогіки НАПН України, 2021
© Педагогічна думка, 2021

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ШКІЛЬНОЇ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ ЗАРУБІЖЖЯ	5
1.1. Природнича освіта у шкільництві зарубіжжя	6
1.2. Математична освіта у шкільництві зарубіжжя	11
РОЗДІЛ 2. ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА У ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ	22
РОЗДІЛ 3. БАЗОВА ТА ПРОФІЛЬНА ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА	39
3.1. Стан і перспективи розвитку шкільної математичної освіти	39
3.2. Стан та тенденції модернізації шкільної природничої освіти	56
3.2.1. Астрономія	59
3.2.2. Біологія	66
3.2.3. Географія	79
3.2.4. Фізика	88
3.2.5. Хімія	99
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	106
ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА	109

У сучасному глобалізованому світі розвиток науки та техніки, економіки знань, соціальної справедливості, активного громадянства синхронізується з ключовими компетентностями, до переліку яких в Європейській довідковій рамці ключових компетентностей для навчання впродовж життя (2018) включено математичну компетентність та компетентність з природничих наук, технології і техніки [85]. Основою для їх формування є шкільна природничо-математична освіта.

Відтак для України, так само, як і для інших країн, актуальним є якісне оновлення та розбудова шкільної природничо-математичної освіти відповідно до прогресивних науково-освітніх трендів, посилення її прикладної та практичної спрямованості [62].

Науковці Інституту педагогіки НАПН України досліджують проблеми, пов'язані з модернізацією природничо-математичної освіти, та роблять значний внесок у їх розв'язання. У доробку співробітників відділів біологічної, хімічної та фізичної освіти, навчання географії та економіки, інтеграції змісту загальної середньої освіти, математичної та інформативної освіти, початкової освіти є низка сучасних методичних розробок для вчителів, навчальних програм, підручників і навчальних посібників, що забезпечують науково-методичний супровід і доступні для ознайомлення й використання за посиланнями:

<https://undip.org.ua/library/>;

<https://lib.iitta.gov.ua/view/divisions/ins=5Fpeg/>;

<https://lib.iitta.gov.ua/view/divisions/cbped/>;

<https://lib.iitta.gov.ua/view/divisions/geed/>; <https://lib.iitta.gov.ua/view/divisions/iced/>;

<https://lib.iitta.gov.ua/view/divisions/mied/>;

<https://lib.iitta.gov.ua/view/divisions/ped/>.

У пропонованому збірнику представлено аналітико-методичні матеріали щодо ключових проблем, тенденцій та механізмів розбудови вітчизняної шкільної природничо-математичної освіти в контексті реалізації Концепції Нової української школи та нових стандартів початкової і базової середньої освіти.

РОЗДІЛ 1

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ШКІЛЬНОЇ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ ЗАРУБІЖЖЯ

Відповідно до світових освітніх трендів сучасна шкільна природничо-математична освіта формує в молоді необхідні навички, які міжнародна спільнота позиціонує як життєво важливі для процвітання країн у динамічному світі. У Стратегії ОЕСР «Навички для формування кращого майбутнього» (2019) розглядають з позиції розбудови продуктивної та інноваційної економіки, забезпечення кращої якості життя, рівного доступу до соціальних гарантій. Пріоритетами для країн визначено: розвиток навичок упродовж життя; ефективне використання навичок у роботі та суспільстві; підвищення ефективності управління навичками [84].

Математична компетентність трактується як здатність розвинути та застосовувати математичне мислення і розуміння для розв'язування задач у повсякденних ситуаціях. Базуючись на ґрунтовному володінні лічбою, увагу зосереджено на процесі та діяльності, як і на знаннях. Математична компетентність охоплює різною мірою здатність і бажання використовувати математичні способи мислення та презентації (формули, моделі, конструкти, графіки, діаграми).

Природничу компетентність визначається як здатність і бажання пояснювати світ природи шляхом застосування суми знань та методології, включно із спостереженням та проведенням дослідів, з метою визначення проблем та формулювання висновків, які базуються на фактах. Компетентності з технології та техніки передбачають застосування відповідних знань і методології у відповідь на людські бажання й потреби. Компетентність з науки, технології та техніки охоплює розуміння трансформацій, що спричинені діяльністю людства, та відповідальність за них як окремих громадян [35].

З огляду на важливість математичної і природничої компетентності, ЄС у Рамковій програмі «Освіта і навчання 2020» (2009) визначив, що до 2020 р. частка 15-річної молоді, які не володіють на

достатньому рівні математичними та природничими компетентностями, має бути менше 15% [86].

І хоча середній показник по ЄС у 2018 р. становив 22,5%, частина держав-членів ЄС досягли високих результатів: Естонія (11,1%); Ірландія (11,8%); Фінляндія (13,5%); Польща (14,7%) [73].

Міжнародні порівняльні дослідження якості освіти TIMSS і PISA, вибудовуючи глобальні рейтинги освітніх систем, враховують рівні володіння молоддю природничою і математичною грамотністю. З метою досягнення високих показників країни постійно модернізують шкільну природничу і математичну освіту, запроваджуючи інноваційні формати добору і структурування курикулуму та використання ефективних методів і форм навчання.

1.1. ПРИРОДНИЧА ОСВІТА У ШКІЛЬНИЦТВІ ЗАРУБІЖЖЯ

У більшості країн Європи в початковій школі реалізується інтегроване вивчення природознавства¹. Серед аргументів на підтримку вивчення природознавства як єдиного інтегрованого курсу є позиція, за якої інтеграція рефлектує картину світу (Czerniak, 2007), а традиційні навчальні предмети не відображають сучасних потреб, окрім того наукові дослідження сьогодні стають все більш інтегрованими і взаємоузгодженими (Джеймс et al., 1997; Atkin, 1998). Інша позиція ґрунтується на пріоритизації процесу здобуття знань. Викладання природничих предметів за цілісного підходу і встановлення зв'язків між різними науковими галузями веде до нових способів мислення та знань (Riquarts and Hansen, 1998), поєднує різні здібності (Ballstaedt, 1995), формує критичне мислення і глибоке розуміння загальної картини (Czerniak, 2007). Нарешті, є глибинне переконання, що інтегроване навчання мотивує і учителів і учнів (St. Clair & Hough, 1992).

Майже у всіх європейських країнах природничі науки вивчаються як інтегрований курс у початковій школі (МСКО 1)² за винят-

¹ З огляду на те, що види і ступені інтеграції можуть різнитися, у документі використано узагальнений термін «інтегроване викладання природознавства» (природничих предметів) для всіх навчальних програм, що об'єднують елементи як мінімум з двох наукових дисциплін.

² МСКО – Міжнародна стандартна класифікація освіти ЮНЕСКО (2011) <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/international-standard-classification-of-education-iscsed-2011-en.pdf>.

ком Данії і Фінляндії. У більшості європейських країн інтегроване навчання природничих наук триває шість — вісім років.

У молодшій середній школі (МСКО 2) відбувається поділ природознавства (science) на окремі предмети. При цьому в ряді країн на цьому рівні вивчення природничих наук розпочинається за інтегрованою програмою і поділ на окремі предмети відбувається наприкінці МСКО 2. У Бельгії (французька та фламандська громади), Італії, Люксембурзі, Ісландії, Норвегії та Туреччині) природничі науки викладаються як інтегрований предмет упродовж МСКО 1 та МСКО 2. Водночас спостерігаємо певні відмінності в інтегрованому навчанні в деяких країнах. Наприклад, в Ірландії в 7—9-х класах природничі науки вивчаються як один предмет. Однак навчальним планом може бути встановлено три окремі модулі — біологія, хімія та фізика. Викладачі мають можливість викладати три предмети окремо, узгоджено або інтегрованим чином. У Франції в 6—7-х класах пілотується інтегрований курс з природничих наук і технології (EIST). В Іспанії на третьому році МСКО 2 (приблизно 9-й клас обов'язкової освіти) здійснюється напівінтегроване навчання, тобто поділене на два предметні модулі — «Біологія та геологія» та «Фізика і хімія». Є країни, де рішення про вибір форми навчання — інтегровано чи за окремими предметами — ухвалюється на рівні громад і навчальних закладів.

Навіть тоді, коли природничі науки вивчаються як окремі предмети, багато країн вживають заходів до взаємного їх узгодження. У Данії, Іспанії, Латвії та Польщі визначено спільні цілі у галузі освіти у єдиних стандартах для біології, хімії, фізики та географії (або геології). У Франції також є документ, що узгоджує навчальні програми МСКО 2 з математики, технологій та природничих наук. Крім того, у багатьох країнах за окремого викладання природничих наук упроваджуються наскрізні (контекстні) теми, або модулі чи проекти.

У частині країн Європи природничі науки на рівні МСКО 2 вивчаються як окремі предмети — біологія, хімія та фізика, у деяких країнах географію (або науки про землю) також викладають як окремий предмет. У більшості країн всі з цих трьох або чотирьох предметів вводяться відразу ж після періоду інтегрованого навчання. Проте в кількох країнах вивчення окремих природничих предметів розпочинається нерівномірно: спершу вводяться одні (як правило біологія), інші (як правило хімія) — пізніше.

На рівні старшої школи (МСКО 3) у майже всіх європейських країнах вивчення природничих наук є обов'язковим. Тим не менш, не всі учні вивчають природничі науки на одному рівні складності. Тобто у старшій школі вивчення природничих наук є диференційованим. Зазвичай рівень вивчення природничих предметів залежить від спеціалізації освітньої програми, яку обирає учень. У деяких країнах (Болгарія, Чехія, Греція, Франція, Кіпр, Польща, Словенія та Велика Британія) природничі предмети є обов'язковими для кожного учня лише у перші роки навчання у старшій школі. В Австрії, Ірландії, Ісландії, Ліхтенштейні, Португалії, Сполученому Королівстві Великої Британії та північній Ірландії (Шотландія) ці предмети є обов'язковими тільки для деяких учнів. У певних країнах учні можуть обирати природничі курси як факультативи. Щодо форм навчання — інтегроване чи за окремими предметами, то для країн Європи на вищому середньому рівні освіти притаманні обидві.

На особливу увагу заслуговує досвід країн Європи щодо між-дисциплінарної інтеграції. У європейських країнах на рівні нормативних документів чітко прописані зв'язки природничо-наукової освіти з особистісними й суспільними питаннями. Ці зв'язки відображені в контекстах і наукових проєктах, де наголошується на філософських, історичних або соціальних аспектах науки і технології, а також на застосуванні науково-природничих знань у повсякденні. Перший поширений напрям контекстних тем пов'язаний із соціологічним аспектом і передбачає вивчення й дослідження впливу наукових досліджень на соціальні умови й зміни, що викликані ними, а також вивчення структури і процесу наукової діяльності. З історичного погляду вивчаються зміни в розвитку науки та наукових ідей, з філософського — питання щодо наукового пояснення й пізнання природи. Обидва підходи (контекстний і наукових проєктів) містять також етичні й екологічні проблеми, що сприяють розвитку критичного мислення та соціальної відповідальності й покликані сформулювати громадян, які розуміють взаємодію науки, технологій і суспільства. Контекстні питання, пов'язанні із станом довкілля, питаннями сталого розвитку, екологічними наслідками наукової діяльності включено практично всіма європейськими країнами на початковому та на нижчому середньому рівнях освіти. Як правило, це застосовується до всіх природничих предметів: біології, хімії й фізики.

Другим найбільш широко рекомендованим контекстним питанням є «наука і технології кожен день». Розгляд взаємозв'язку науки і техніки для повсякденного життя рекомендується документами у сфері початкової освіти в 29 країнах Європи. На рівні МСКО 2 це питання запропоновано в усіх країнах для усіх природничих предметів.

Третім поширеним контекстним питанням є вивчення людського організму з позицій фізики і хімії. Серед найбільш популярних контекстних тем: Науки і навколишнє середовище; Сталий розвиток; Наука і технології кожен день; Науки і людське тіло; Наука і етика; Соціальний/культурний контекст науки; Історія науки; Філософія науки [71].

У багатьох країнах (у тому числі в тих, що є лідерами за результатами міжнародних досліджень PISA і TIMSS) розроблено комплекси навчальних програм з природничих предметів, що утворюють цілісну систему. Наприклад, структуру і зміст природничої освіти в Сінгапурі становить така сукупність навчальних програм: Science Primary (орієнтовно 1—6-й класи в системі української освіти), Science Normal (Technical) Course та Science Normal (Academic) Course (орієнтовно для 7—9-х класів) та рівневі програми доуніверситетської підготовки з біології (Н1, Н2, Н3), фізики (Н1, Н2, Н3), хімії (Н1, Н2, Н3), де кожен освітній рівень ґрунтується на попередніх етапах і закладає основу для наступних. Вивчення змісту програми Science Primary виявило, що для цього рівня передбачено досить суттєве, порівняно з програмами пропедевтичних курсів «Природознавства» нашої країни, опанування знаннями з фізики й хімії [80].

У США розроблення нових стандартів природничої освіти розпочалося з аналізу стандартів природничо-наукової освіти 10 країн (Канади (провінція Онтаріо), Тайваню, Англії, Фінляндії, Гонконгу, Угорщини, Ірландії, Японії, Сінгапуру, Південної Кореї), більшість з яких до моменту проведення цього аналізу (2009-2010 рр.) перебували лідерами рейтингів за результатами PISA і TIMSS. Обрана концепція стандартів природничої освіти в США ґрунтується на тому, що в сучасному світі більше ніж будь-коли у демократичному суспільстві потрібно володіти навичками взаємодії з реаліями життя та приймати судження на основі наукових доказів [68].

Водночас із провідною реформою STEM-освіти, що презентує дуже широкий комплекс дій, підходів, практик і методик, які по-

єднують формальне і неформальне навчання в школах, взаємодію шкіл і закладів вищої освіти, заклади вищої освіти й роботодавців, бізнес, у США у 2013 р. розроблено нові стандарти середньої природничої освіти (NGSS). Компонентами їх було визначено: Practices — наукові та інженерні навички; Content — основні предметні знання; Crosscutting concepts — узагальнені (наскрізні) поняття. Для створення нових стандартів Національна дослідницька рада (National Research Council, NRC) організувала експертну комісію з 18 осіб, до якої увійшли вчені-природознавці, зокрема два Нобелівські лауреати, когнітивні психологи, вчені-педагоги й експерти в галузі природничо-наукової освіти й політики. Додатково NRC створила групи для розроблення структури стандартів у кожній з чотирьох галузей шкільної програми — фізико-хімічні науки, біологічні науки, геологічні та астрономічні науки, інжиніринг, технології та прикладні науки. Ці стандарти є наскрізними для різних етапів дванадцятирічного терміну навчання (K-12) і поєднують предметні знання й практики через наскрізні поняття, щоб допомогти учням формувати злагоджене розуміння науки з часом. Зокрема за результатами навчання у 5-му класі учні уже мають усвідомлювати фундаментальні закони природи, закон збереження маси й енергії, зміни матерії та інші. Це описано у стандарті через зрозумілі й деталізовані знаннєві й діяльнісні дескриптори, наскрізні змістові поняття, як то: закономірності; причинно-наслідковий зв'язок; масштаб, пропорційність і порядок величин; системи і моделі систем; енергія і матерія: потоки, цикли і закони збереження; структура і функція; стабільність і зміна. Природничий стандарт узгоджено з відповідними стандартами з математики та англійської мови й літератури. Тим самим нові стандарти націлені на вимоги до демонстрації знань, а не на перелік тем програми навчання. Основні предметні ідеї розвиваються з підготовчого до випускного класу. Головний фокус стандартів на розумінні й застосуванні знань, а не на запам'ятовуванні фактів. Інформація із сайту: <https://www.nextgenscience.org/>. Наразі NRC розробляє структуру екзаменаційних завдань, необхідну для імплементації нових стандартів [29].

У Польщі учні здобувають основні знання з природничих предметів у початковій школі, гімназії, а також у першому класі надгімназійної школи. Далі вони можуть приймати рішення щодо подаль-

шої освіти. Учні, які не виберуть жодного з числа чотирьох природних предметів (біології, фізики, хімії, географії), можуть вивчати інтегрований курс «Природа і наука» (Przyroda i nauka). Пропонована програма навчання базується на знаннях і уміннях, здобутих на попередніх освітніх етапах. Обсяг програми реалізується у рамках щонайменше 120 год: 4 год щотижня у дворічному (надгімназійні загальноосвітні школи) або трирічному циклі (надгімназійні професійні школи) [69].

1.2. МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА У ШКІЛЬНИЦТВІ ЗАРУБІЖЖЯ

У провідних країнах Європи і світу математику визнають важливим предметом як у школі, так і в суспільстві в цілому. Її концепції та процеси мають важливе значення для широкого кола дисциплін, професій та сфер життя: у повсякденному житті для таких видів діяльності як підрахунок, приготування їжі, управління грошима, тощо; багато сфер кар'єри потребують міцної математичної основи, наприклад, інженерія, архітектура, бухгалтерський облік, банківська справа, бізнес, медицина, екологія та аерокосмічна галузь, тощо. Математика є життєво важливою для економіки та фінансів, а також для обчислювальних технологій та розроблення програмного забезпечення, що є основою нашого технологічно прогресивного та інформаційного світу [81].

Останні результати міжнародних досліджень PISA та TIMSS свідчать, що деяким країнам вдалося досягти успіху в покращенні знань та навичок своїх учнів з математики, іншим вдалося скоротити розрив між учнями з високими та низькими академічними досягненнями. Однак все ще залишається значна частина учнів, які не досягають очікуваного рівня математичної грамотності. Низка факторів впливає на те, як математика викладається та вивчається. Результати освіти насамперед пов'язані з якістю навчання, а також з деякими структурними та організаційними особливостями систем освіти.

З огляду на важливість математики Європа постійно дискутує щодо того, як покращити навчання математики та надати підтримку європейській співпраці в цій галузі. Водночас досліджується контекст, у якому відбувається навчання математики; національна

політика, яка впливає на викладання та вивчення цього важливого предмета; останні дані міжнародних опитувань та досліджень; інструменти, які використовуються державними органами для покращення математичної освіти, зокрема навчальні програми, методи навчання, методи оцінювання, освіта та професійний розвиток вчителів та структури підтримки.

Навчальна програма (курукулум) з математики. В останні роки більшість країн переглянули свої навчальні програми з математики для того, щоб посилити увагу на компетентностях та навичках, збільшити акцент на міжпредметних зв'язках та на застосуванні математики у повсякденному житті. Такий підхід, що ґрунтується на результатах навчання, має тенденцію бути більш комплексним та гнучким у реагуванні на потреби учнів, зосередженні на навичках, необхідних на ринку праці, та викликах сучасного суспільства. Однак ефективна трансляція цілей навчальної програми на практику в класі залежить, зокрема, і від надання конкретної підтримки та рекомендацій вчителям і школам для успішного впровадження програми та вивчення дисципліни.

Підходи та методи навчання. У країнах ЄС впевнені, що ефективне навчання математики передбачає використання різноманітних методів навчання. Водночас існує загальна згода, що певні методи, зокрема, проблемне навчання, дослідження та контекстуалізація особливо ефективні для посилення академічних досягнень та покращення ставлення учнів до математики. Також підтримують методи, які сприяють активному навчанню та критичному мисленню учнів. Національні рекомендації щодо використання калькуляторів зустрічаються рідко, як і поради щодо домашнього завдання з математики та групування учнів. З іншого боку, використання ІКТ підтримується у всіх країнах, проте дані свідчать, що ІКТ не часто використовують на уроках математики.

Оцінювання з математики. Оцінювання учнів з математики є вирішальним елементом процесу навчання та викладання. Вчителі відіграють у цьому ключову роль, тому європейські країни вважають за необхідне підтримувати школи та вчителів щодо того, як підготувати та провести оцінювання, і, що найголовніше, як забезпечити відповідний зворотний зв'язок з учнями. Національні рекомендації щодо оцінювання в класі, особливо для інноваційних

форм (як то оцінювання проєктів, портфолію, ІКТ або самооцінка/ оцінка однолітків) існують лише в кількох країнах. Більшість країн упроваджує національні тести з математики, результати яких потім використовують у процесі розробки навчальних програм, а також для підготовки та професійного розвитку вчителів.

Вирішення проблеми низьких академічних досягнень з математики. Ефективні заходи щодо подолання низьких академічних досягнень з математики повинні бути комплексними та своєчасними. Більшість країн надають певні національні рекомендації для вирішення труднощів з математики в учнів. Для ефективного вирішення проблем низьких досягнень у математиці необхідно контролювати досягнення учнів та постійно відзначати прогрес. Наразі лише декілька країн поставили за національні цілі зниження низьких досягнень учнів з математики. Дослідження причин низьких успіхів у математиці та оцінювання програм з підтримки також рідко проводяться, проте їх вважають незамінними для покращення результатів навчання.

Покращення мотивації учнів. Рівень мотивації до вивчення математики є важливим чинником успішності учнів у школі. Національні стратегії підвищення мотивації студентів існують майже в половині країн Європи. Більшість із них включає проєкти, зосереджені, наприклад, на позаурочній діяльності або партнерстві з університетами та компаніями. Але масштабні ініціативи, що охоплюють усі рівні освіти та включають широкий спектр заходів, існують лише в Австрії та Фінляндії. Існує необхідність збільшення цільових заходів для учнів з низькою мотивацією та освітніми результатами, які враховують гендерний аспект. Мотивація відіграє важливу роль у виборі учнями подальшої академічної освіти та майбутньої кар'єри. Наразі по всій Європі частка випускників математичних факультетів у порівнянні з випускниками усіх інших факультетів зменшується, і в останні роки не спостерігається покращення ситуації. Багато європейських країн висловили стурбованість щодо цих тенденцій. Для того, щоб вирішити цю проблему, необхідно посилити національні кампанії та ініціативи щодо залучення більше жінок у сфери навчання та професії, пов'язані з математикою.

Навчання та підвищення кваліфікації вчителів математики. Для того, щоб бути ефективними, вчителі математики потребують

глибокого знання предмета та ґрунтовного розуміння того, як його викладати. У більшості європейських країн програми вчителів початкової освіти охоплюють широкий спектр математичних знань та навичок викладання. Це підтверджується результатами пілотного опитування EACEA/Eurydice щодо програм вчителів початкової освіти (SITEP).

Однак, як SITEP, так і офіційні положення та рекомендації вказують на те, що викладання математики різним групам учнів, до того ж з урахуванням гендерного фактору, є навичками, які необхідно посилити у майбутніх програмах як для вчителів загального профілю, так і для спеціалістів. Більшість європейських країн сприяють співпраці вчителів з математики через інтерактивні веб-сайти з метою полегшення обміну інформацією та досвідом. Ціла низка підходів та методів навчання також висвітлюється у централізованих програмах підвищення кваліфікації. Однак результати міжнародних опитувань свідчать, що рівень участі в таких програмах є дуже низьким. Стимули для заохочення участі у професійній підготовці, пов'язаній з математикою, зараз пропонуються лише невеликою кількістю європейських країн.

Сприяння політиці, заснованої на фактичних даних. Підвищення якості навчання математики також залежить від збору, аналізу та розповсюдження доказів ефективних практик. Нині дослідження щодо використання методів навчання та інструментів оцінювання не поширені по всій Європі. Лише деякі країни мають національні структури для систематичного збору та аналізу даних щодо викладання математики. Тому існує нагальна необхідність посилити використання дослідницьких доказів, оцінок та результатів впливу для формування нового політичного рішення. Мета досягнення європейських цілей щодо зниження рівня учнів з низькими досягненнями в галузі математики та збільшення кількості випускників у галузях, пов'язаних з математикою, має бути підтримана шляхом подальшого моніторингу та звітності як на національному, так і на європейському рівнях.

З метою надання орієнтованих на політику показників проводяться міжнародні порівняльні дослідження. Результати цих тестів привертають широку увагу європейської громадськості, і з 1960-х років середній бал країни став важливим фактором, що впливає на

національну політику в галузі освіти, змушуючи запозичувати освітню практику у найбільш успішних країн [88].

Міжнародні порівняльні дослідження з математики: TIMSS та PISA. На даний час досягнення учнів з математики оцінюються за допомогою двох масштабних міжнародних опитувань, а саме TIMSS та PISA. Міжнародне порівняльне дослідження якості шкільної математичної і природничої освіти TIMSS (Trends in Mathematics and Science Study) надає дані про математичні досягнення учнів четвертого та восьмого класів у різних країн (деякі країни також проводять так званий «просунутий» TIMSS, який оцінює учнів останнього курсу середньої школи, які вивчали вищу математику або фізику). TIMSS проводиться кожні чотири роки, і, оскільки учні четвертого класу згодом стають учнями восьмого класу в наступному циклі TIMSS, ті країни, які беруть участь у послідовних циклах, також отримують інформацію про прогрес таких учнів. Проте, як правило, менше половини країн ЄС беруть участь у TIMSS, і лише деякі європейські країни беруть участь у всіх дослідженнях TIMSS (а саме Італія, Угорщина, Словенія та Англія). Міжнародна програма з оцінювання освітніх досягнень учнів PISA (Programme for International Student Assessment), навпаки, охоплює майже всі європейські системи освіти.

PISA вимірює знання та вміння учнів віком 15 років з читання, математики та природознавства. Кожен цикл оцінювання PISA має свою особливість – зосереджується на одному предметі. Здебільшого TIMSS має на меті оцінити «що знають студенти», тоді як PISA прагне знайти «що студенти можуть зробити зі своїми знаннями» і оцінює цілий ряд ситуацій, пов'язаних із вирішенням проблем у математиці. TIMSS використовує навчальну програму як основну організаційну концепцію. Зібрані дані мають три аспекти: передбачувана навчальна програма, визначена країнами чи системами освіти; реалізована навчальна програма, те, що насправді вчили вчителі; а також досягнута навчальна програма або те, що вивчили учні [83].

PISA не зосереджується безпосередньо на якомусь конкретному аспекті навчальної програми, скоріше на математичній грамотності і має на меті оцінити, наскільки 15-річні учні можуть застосувати свої знання з математики у повсякденному житті.

Оскільки TIMSS зосереджено на навчальній програмі, це дослідження збирає більш широкий спектр довідкової інформації, що

стосується навчальних середовищ учнів, ніж PISA. Також це дослідження дає змогу отримати інформацію від учителів, які викладають математику, щодо методів навчання, які використовуються для реалізації навчальної програми, їхньої освіти та безперервного професійного розвитку. Директори шкіл надають інформацію про шкільні ресурси та шкільне освітнє середовище. Учні анкетуються щодо їхнього ставлення до математики, школи, інтересів та використання комп'ютера, а також щодо досвіду навчання удома та в класі.

Міжнародні дослідження успішності учнів дають величезну кількість інформації з математичних досягнень, але вони здебільшого зосереджені на індивідуальних та шкільних чинниках, а суттєві тенденції розвитку зазвичай пов'язані з комбінованим впливом кількох факторів.

Підвищення освітніх стандартів і, відповідно, досягнень учнів є постійною метою реформування шкільної освіти. У всіх європейських країнах відбувається регулярний перегляд навчальної програми з математики та моніторинг викладання, які мають на меті перевірити актуальність навчальних цілей та бажані результати навчання. Тематичний зміст також адаптується та покращується. Оскільки навчальна програма має обов'язковий статус майже у всіх країнах, будь-які внесені зміни зазвичай впроваджуються поступово, а в деяких випадках до завершення впровадження нового змісту чи навчальних цілей потрібно більше двох/трьох навчальних років [72].

Отже, національна політика щодо реформування навчальних програм з математики, сприяння інноваційній діяльності, методам навчання та оцінювання, вдосконалення освіти та підготовки вчителів, підвищення мотивації учнів до вивчення математики та захоплення до кар'єри, пов'язаної з математикою – все це активно підтримується урядами більшості європейських країн.

Більш того, майже кожна європейська країна має власні ініціативи для покращення знань та навичок своїх учнів з математики, підвищенні їхньої мотивації та підтримці професійного розвитку вчителів математики. Нижче зазначимо ініціативи країн ЄС, які підтвердили високий рівень математичної та природничо-наукової підготовки і набрали найвищі бали серед європейських країн у дослідженні TIMSS 2019 [82].

У Північній Ірландії, яка продемонструвала найкращі результати серед європейських країн у дослідженні TIMSS 2019, математика є одним з основних напрямів освіти, поряд з грамотністю. Стратегія Департаменту освіти з 2011 року з цих предметів спрямована на підвищення загальних стандартів у сфері грамотності та рахунку та скорочення розриву між найвищими та найнижчими показниками з академічних досягнень учнів, її основним гаслом є: лічба + читання = успіх [70].

Дії включають акцент на грамотності та вмінні рахувати у шкільній програмі та її системах оцінювання; підтримка високоякісного навчання для задоволення потреб усіх учнів, раннє втручання для підтримки учнів, які можуть відчувати труднощі; зміцнення зв'язків з батьками та громадами; та сприяння більш ефективному обміну передовим досвідом.

Стратегія впроваджувалася у три етапи (до 2020 р.) і включала такі рекомендації для Міністерства освіти:

- усунення розбіжностей у показниках STEM серед шкіл;
- покращення навчання STEM методом на основі запитів;
- посилення уваги до основних наук та математики;
- розроблення системи постійного професійного розвитку STEM;
- збільшення уваги до порад та вказівок щодо кар'єри у сфері STEM;
- збільшення кількості заявок майбутніх вчителів на фізико-математичні факультети тощо.

Як прямий результат цих рекомендацій було створено веб-сайт CSEA STEM Works, який містить ресурси та тематичні дослідження з метою стимулювання інноваційних можливостей навчання та викладання, заохочення учнів до встановлення зв'язків між предметами та допомоги студентам у встановленні зв'язку STEM із ринком праці. Міністерством освіти також започатковані й інші ініціативи, пов'язані зі STEM, зокрема Skills Barometer, які мають надати учням та їхнім батькам інформацію про поточні та майбутні можливості на ринку праці.

Ініціативи, пов'язані зі STEM, також були започатковані за додаткової підтримки з боку бізнесу та благодійного сектору. Серед них – Sentinus, некомерційна освітня благодійна організація, що

фінансується Департаментом освіти і співпрацює зі школами та коледжами для забезпечення освітніх програм STEM [76].

В Англії, яка є винятком з європейської негативної тенденції щодо недобору учнів на вищі рівні в школі та на бакалаврат з математики, кількість учнів, які обирають математику в своїй подальшій кар'єрі, зокрема вчителів математики, щороку зростає. Ще у 2006 році було створено Національний центр з досконалості у викладанні математики (NCETM), який сприяє професійним прагненням та потребам всіх вчителів математики і заохочує школи запозичувати найкращі практики шляхом співпраці між персоналом та обміну досвідом на місцевому, регіональному та національному рівнях за допомогою взаємодій на порталі NCETM [74].

Центр NCETM, Національний навчальний центр STEM (National STEM Learning Centre) та інші ініціативи з безперервного професійного розвитку та освіти для вчителів математики та природознавства здебільшого фінансує Міністерство освіти (DfE). Особливо варто відзначити масштабну програму «Навчання для опанування математики», яка зосереджена на високоефективних педагогічних підходах, що застосовуються в деяких країнах Східної Азії, та спирається на програму обміну вчителями між Англією та Шанхаєм, яка розпочалася у 2014 р. й охопила 8000 початкових шкіл у період з 2016 по 2020 рік [77].

В Ірландії на рівні початкової освіти впроваджуються проекти місцевих шкіл, виставки, фестивалі науки, тиждень науки, тиждень математики та конкурси на місцевому, регіональному, національному та міжнародному рівнях. Варто зауважити, що багато ініціатив Ірландії, спрямованих на просування науки, отримують як державне, так і приватне фінансування.

Такі центри як Національний центр передового досвіду з математики, викладання та навчання природничих наук при Університеті Лімерика, Центр Еврики при Університетському коледжі Корка та Центр прогресу науки та математики при Дублінському міському університеті, тісно співпрацюють з викладачами та учнями для належної практики в галузі математичної і природничої освіти та забезпечення професійного розвитку.

Програма «Відкрий початкову науку та математику» є частиною Програми відкриття наукового фонду Ірландії, метою якої є

підвищення інтересу до науки, техніки, інженерії та математики (STEM) серед учнів, вчителів і представників громадськості. Для учнів початкових класів упроваджується дві ініціативи: Maths Circles – ініціатива, призначена для заохочення вирішення проблем, розслідування та відкриття; та Maths Eyes – ініціатива, призначена для заохочення бачити математику в навколишньому світі. Для більш дорослих учнів проходить виставка молодих вчених і технологій Young Scientist and Technology Exhibition та науковий фестиваль SciFest. Обидва фестивалі – це ірландські ініціативи, які заохочують активне, спільне навчання на основі запитів. Ці ініціативи користуються великою популярністю, наприклад участь у SciFest зростає з 1600 учнів у 2008 році до понад 10 000 учнів у 2018 році [78].

У Литві є різні ініціативи для успішних учнів, зокрема проєкт «Молодий дослідник», який включає мобільну лабораторію MoMoLab та супровідний курс біології для навчання застосувати наукові методи до досліджень та експериментів [79; 87].

Існують також професійні волонтерські проєкти, за допомогою яких бізнесмени можуть поділитися своїм досвідом зі студентами, національні фестивалі науки для обдарованих і талановитих студентів, а також різні предметні олімпіади.

У 2013 році у Фінляндії створено Центр LUMA, мета якого надихати та мотивувати дітей та молодь до математики, природознавства та техніки за допомогою новітніх методів та заходів науково-технічної освіти. Метою також є підтримка навчання протягом усього життя вчителів, які працюють на рівнях освіти від раннього дитинства до університетів, та посилення розвитку викладання на основі досліджень. Наразі LUMA Center Finland має чотири поточні проєкти:

- Програма LUMATIKKA (2018–2022) впроваджує програму післядипломної освіти (15 ECTS) для вчителів математики, які працюють на рівнях освіти від раннього дитинства до вищої середньої освіти.
- Програма StarT (2016) розробляє та пропонує підтримку навчальним спільнотам у впровадженні міждисциплінарних модулів навчання та тематичних досліджень відповідно до національних основних навчальних програм.

-
- Програма ZAU (2018–2020) пропонує початковим школам, серед іншого, можливість організувати клуби, засновані на феноменах. Ці клуби призначені спеціально для дівчат, і їх мета - викликати інтерес до математики, природознавства та техніки.
 - LUMA2020 (2019–2020) розвиває викладання та навчання природознавства та математики у співпраці з дитячими садками, школами, підприємствами та різними організаціями.

Основним навчальним методом базової освіти з математики є диференціація навчання. Кожен учень має можливість вивчати основний зміст з математики попередніх класів, якщо він не володіє ним достатньо. Випереджальна підтримка також надається для вивчення нового контенту. Талановитих учнів підтримують альтернативними підходами до роботи та збагачення змісту навчання [75].

Отже, у багатьох країнах є програми, спрямовані на те, щоб дати учням можливість розвивати свої навички та підвищувати інтерес до математики та природознавства за допомогою національних олімпіад, програм вдосконалення, таборів та святкових заходів. Визнаючи необхідність постійного навчання та зростання вчителів, усі країни забезпечують професійне підвищення кваліфікації вчителів з метою продовження розвитку та зміцнення набору вчителів.

Таким чином, країни світу поділяють національну стурбованість щодо рівня компетентностей молоді з математичної та природничої освіти. З огляду на це, більшість країн пріоритизують математичну та природничо-наукову освіту.

Розвиток природничо-математичної освіти в країнах зарубіжжя характеризуються такими тенденціями:

– зменшенням віку початку ознайомлення дітей з природничо-математичними знаннями. Багато країн розпочинають математичну освіту (меншою мірою природничу освіту) з раннього дитинства;

– інтенсифікацією використання ІКТ та цифрових пристроїв у навчанні математики та природознавства. У багатьох країнах існує політика щодо використання технологій у навчанні математики та природознавства, від розширення цифрової грамотності до конкретного використання технології для підтримки навчання з математичних та природничих тем;

– модернізацією національних навчальних програм з математики та природознавства, які постійно розвиваються та вдосконалюються для відображення нових пріоритетів та посилення вимог до викладання;

– активізацією професійного розвитку вчителів, який передбачає посилення освітніх вимог (до ступеня бакалавра чи магістра або продовження тривалості програма підвищення кваліфікації вчителів), підвищення мінімальних вимог до педагогічної практики, впровадження більш жорстких вимог до вступу до навчальних програм для вчителів та вимог до кандидатів скласти іспит. Визнаючи необхідність постійного навчання та зростання вчителів, усі країни забезпечують підвищення кваліфікації вчителів з метою продовження розвитку та удосконалення навичок учителів.

В європейських країнах існує широке визнання необхідності зміцнення математичної та природничої освіти, активізації, зацікавлення та підготовки учнів до кар'єри у галузі науки, техніки та математики (STEM). Більшість ініціатив та програм, що впроваджуються в європейських країнах, спрямовані саме на сприяння STEM-освіти.

РОЗДІЛ 2

ПРИРОДНИЧА І МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА В ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ

Першоосновою створення сприятливих умов для розвитку й саморозвитку особистості молодшого школяра, забезпечення його пізнавальними засобами, необхідними для ефективної реалізації та адаптації в різноманітних сферах життя, є формування змісту освіти як педагогічної моделі втілення культури людства – системи наукових знань про людину, суспільство, природу, техніку; способів діяльності, відображених у правилах, інструкціях, алгоритмах; досвіду творчості; емоційно-ціннісних орієнтацій і ставлень до об'єктів навколишньої дійсності, до оточуючих і самого себе; мотивів і потреб у навчальній, суспільній, трудовій діяльності.

Компетентнісна ідея формування змісту початкової освіти в наш час є ключовим напрямом, найбільш наближеним до міжнародного досвіду побудови педагогічних систем. Вона заснована на концепції компетентностей як основи формування в учнів здатності розв'язувати практичні завдання на основі здобутого навчального досвіду, виховання самостійної і самодостатньої особистості молодшого школяра. Таким чином, зміст природничої і математичної початкової освіти спрямовується на забезпечення учнів пізнавальними засобами, необхідними як для подальшого опанування основами наук, так і для їхньої ефективної життєдіяльності.

Окреслені питання знайшли належне відображення в процесі формування нового змісту початкової природничої і математичної освіти незалежної України.

Своєрідною точкою відліку інноваційних змін в еволюції вітчизняної початкової природничої і математичної освіти став 2001 рік, позначений переходом школи на нові зміст освіти, структуру і термін навчання. Упродовж наступного десятиліття було розроблено й реалізовано нормативне і навчально-методичне забезпе-

чення освітнього процесу в початковій школі на засадах гуманізму і дитиноцентризму.

Зміст природничої і математичної освіти, презентований у 2001 році в Державному стандарті початкової загальної освіти, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України «Про перехід загальноосвітніх навчальних закладів на новий зміст, структуру і 12-річний термін навчання», і відповідних йому навчальних програмах, уперше в історії вітчизняної освіти був суттєво збагачений діяльнісним компонентом, ціннісними аспектами виховання і розвитку молодших школярів. Їх відмінною особливістю стало введення поняття «компетентності», відображення результативного складника змісту освіти, посилення інтеграції на рівні змістових ліній і діялісно-практичної спрямованості навчально-виховного процесу. Визначено курс на зменшення питомої ваги готової інформації на користь засвоєння учнями особистісно значущого, емоційного навчального матеріалу, набуття особистого досвіду творчої діяльності.

Відтак у відборі навчального змісту та його структуруванні було задіяно такі принципи:

- відповідності соціальним запитам розбудови демократичного суспільства, потребам розвитку громадян як вільних особистостей;
- багатокомпонентності;
- взаємозв'язку цілей навчання, розвитку і виховання, що передбачає наявність у змісті сукупності компонентів, які відображають соціальний досвід людства, особисті потреби учнів, ураховують вплив середовища;
- диференціації та інтеграції та ін.

Таким чином, в оновленому змісті природничої і математичної освіти поєдналися знанневий і діялісний (функціональний) складники. До змісту на рівні навчального матеріалу були включені ситуації і події з навколишнього життя, які стали джерелом аналізу і набуття дітьми особистісного досвіду, його оновлення і збагачення [55].

Спираючись на сутнісну ознаку компетентності – здатність особи застосовувати набутий досвід до конкретних проблемних обставин, компетентісна ідея навчання увібрала позитивні надбання, втілені у змісті освіти, який формувався на засадах діялісного й

особистісно орієнтованого підходів. Осучаснення змісту здійснювалось на основі загальнолюдських і національних цінностей, простежувалось зосередження на актуальних і перспективних інтересах виховання й розвитку дитини. «Зміст визначається на засадах його фундаменталізації, науковості та системності знань, їх цінності для соціального становлення людини, гуманізації і демократизації шкільної освіти, ідей полікультурності, взаємоповаги між націями і народами, світського характеру школи. У доборі змісту враховують його доступність, науковість, наступність і перспективність, практичне значення, можливості для загальнокультурного, наукового, технологічного розвитку особистості, індивідуалізації, диференціації навчання» [28, с. 323].

Упровадження в 2001 році Державного стандарту сприяло розробленню і використанню у процесі початкового навчання природничої і математичної галузей варіативних навчальних програм і підручників, багаточисельних навчальних посібників. Так, одночасно з «академічною» навчальною програмою функціонували інші – «Програма інтегрованого курсу з математики, читання, курсу «Я і Україна», основ здоров'я», 1 клас (авт. М. Вашуленко, Н. Бібік, Л. Кочина, Н. Коваль); «Математика», 1 – 4 класи (авт. С. Скворцова, С. Тарнавська); «Математика. Росток», 1 – 4 класи (авт. Л. Петерсон); «Програми для початкових класів загальноосвітніх шкіл. Система розвивального навчання Б. Ельконіна — В. Давидова» (ННМЦ «Розвиваюче навчання»). Хоча розподіл матеріалу за роками навчання в програмах був різним, усі вони реалізовували зміст освітніх галузей, окреслений Державним стандартом.

Подальшого розвитку зміст природничої і математичної освіти набув від 2011 року – з часу набуття чинності нового Державного стандарту початкової загальної освіти. Відповідно до Програми спільної діяльності МОН і НАПН України на 2008–2010 роки над проектом стандарту під керівництвом академіка О. Савченко працювала робоча група, до складу якої увійшли науковці Інституту педагогіки НАПН України. Стандарт затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 20 квітня 2011 р. № 462. Відповідно до нього, навчання молодших школярів спрямовувалось на досягнення нового освітнього результату – опанування не лише знаннями, уміннями, навичками, а й ключовими та предметними компетенціями,

необхідними для самореалізації дітей у їхньому житті. Так, метою навчання визначалось формування в учнів предметних і ключових компетентностей, необхідних для їхньої самореалізації у світі, що швидко змінюється. Ця мета своєю чергою була конкретизована завданнями навчальних програм (2012), де в описах різних освітніх галузей вказувались орієнтири для відображення змісту освіти на рівні навчальних предметів.

Природнича галузь у програмі 2012 року в 1 – 4 класах реалізовувалась навчальним предметом «Природознавство» (автори Т. Гільберг, Т. Сак, Д. Біда). У пояснювальній записці вказано, що основною метою предмета є «формування природознавчої компетентності учнів шляхом засвоєння системи інтегрованих знань про природу і людину, основ екологічних знань, опанування способів навчально-пізнавальної і природоохоронної діяльності, розвиток ціннісних орієнтацій у ставленні до природи» [38, с. 186].

Водночас аналіз змісту навчальної програми засвідчив, що авторам не вдалося розвантажити зміст навчального предмета від надлишкового навчального матеріалу та уникнути формалізму. Змістове наповнення навчальних програм зумовлює перевантаження, зниження мотивації до навчання та пізнавальної активності учнів. Виникла потреба переглянути кількість годин, відведених на вивчення окремих розділів і тем, які містять велику кількість нових для учнів понять; об'єднати деякі теми, передбачити більше екскурсій під час вивчення тем «Рідний край», «Нежива і жива природа».

У поданні математичної галузі зазначено, що «навчання математики в початковій школі виконує низку значущих для загального розвитку особистості учня завдань, серед яких: формування здатності логічно міркувати, уміння виділяти властивості предметів і явищ навколишнього світу; виховання зосередженості, наполегливості, працьовитості, самостійності та ін.; розвиток інтелекту, пам'яті, мовлення, уяви» [там само, с. 138].

Під час формування змісту математичної і природничої освіти були враховані новоутворення молодшого шкільного віку та особливості навчально-пізнавальної діяльності учнів, важливі для вироблення загальнонавчальних умінь, для яких характерне універсальне надпредметне вираження. Це, зокрема, такі вміння:

-
- мотиваційні – ставлення учнів до навчання, ціннісні орієнтації;
 - когнітивні – структуровані знання, уміння та навички, які є об'єктом вивчення (учень відбирає або знаходить потрібні знання, способи для розв'язання навчальної задачі або виконання завдання, організовує свою працю для досягнення результату тощо);
 - діяльнісні – способи виконання навчальної діяльності на різному рівні складності (учень відповідно до навчальної ситуації використовує сенсорні, інтелектуальні або практичні дії, прийоми, операції на репродуктивному і творчому рівнях та ін.);
 - контрольно-оцінювальні – самоконтроль рівня навчальних досягнень (учень володіє уміннями і навичками самоперевірки й самооцінки тощо);
 - рефлексійно-корекційні – самоаналіз, самооцінювання, самокорекція (учень усвідомлює, аналізує, контролює й оцінює свою діяльність, прагне її удосконалити, виявляє рефлексивне ставлення до навчання тощо) [56].

Помітно, що зазначені групи загальнонавчальних умінь співвідносяться зі структурою навчальної діяльності, отже, нормативами передбачено їх формування у взаємозв'язку на засадах міжпредметності і суб'єкт-суб'єктності. Однак специфіка навчальних предметів передбачала зміщення акцентів на одну із вказаних груп. Наприклад, початковий курс природознавства мав би реалізовуватись таким чином, щоб водночас із предметними природничими уміннями в учнів цілеспрямовано формувати когнітивні (інтелектуальні) уміння загальнонавчального плану – визначати об'єкти аналізу й синтезу та їх компоненти; виявляти істотні ознаки об'єкта; виконувати порівняння за різними основами; встановлювати причиново-наслідкові зв'язки; оперувати поняттями, судженнями; виділяти компоненти доказовості; формулювати проблеми і визначати способи їх розв'язання та ін. Зазначені та інші когнітивні уміння стали універсальними для багатьох шкільних предметів способами здобування, організації і застосування знань, вони забезпечили чітку структуру змісту й реалізацію навчальних завдань, постають не лише в межах названих предметів, а й в інших ситуаціях.

Загальнонавчальні уміння є основою ключової компетентності уміння вчитися. У програмі з математики зазначалося, що в резуль-

таті засвоєння навчального змісту учні мають виявляти такі показники уміння вчитися:

- сприймати та визначати мету навчальної діяльності;
- зосереджуватися на предметі діяльності;
- організовувати свою діяльність для досягнення суб'єктно чи суспільно значущого результату;
- відбирати й застосовувати потрібні знання і способи діяльності для розв'язання навчальної задачі;
- використовувати досвід діяльності в конкретній навчальній або життєвій ситуації;
- висловлювати ціннісні ставлення щодо результату й процесу діяльності;
- усвідомлювати, аналізувати, оцінювати, коригувати свої результати.

Компоненти змісту освіти в навчальних програмах були визначені за предметами й за класами, їх перелік подано в частині викладу державних вимог до навчальних досягнень учнів. Відповідно до Концепції розроблення Державного стандарту, у навчальній програмі зміст навчання виразно став наближеним до життєвих реалій і особистісних потреб соціалізації сучасного молодшого школяра. Так, наприклад, вивчення на уроках математики нумерації чисел поєдналося з вивченням арифметичних дій, запропоноване одночасне вивчення прийомів усного додавання, віднімання, множення і ділення відповідної множини цілих невід'ємних чисел. Завдяки цьому передбачалось спрощення процесу ознайомлення учнів із прийомами усного виконання дій, які застосовуються до розв'язування математичних задач, виконання обчислень, тобто теоретичні відомості відразу зазнавали практичного втілення. На потребу часу зміст навчання математики в початковій школі вперше був доповнений дидактичною лінією «Робота з даними». Таким чином прогнозовано, що на доступному рівні шляхом виконання практично зорієнтованих задач молодші школярі ознайомляться із найпростішими способами подання інформації, навчатися читати і розуміти, знаходити, аналізувати, порівнювати інформацію, подану в різний спосіб. Навчальний матеріал цієї змістової лінії дозволяє формувати в учнів первинні уявлення про деякі прийоми опрацювання даних спостережень за навколишнім світом. Передбачено,

що відповідний матеріал повинен подаватися наскрізно у вигляді основних понять і фактів, які формуються шляхом сприйняття та аналізування конкретних ситуацій, використання міжпредметної змістової інформації.

Нової якості набула структура опису вимог до навчальних досягнень – вони подавалися в результативно-діяльнісних категоріях, які за суттю є компетентнісними результатами: «розпізнає», «розрізняє», «знає», «розуміє», «застосовує», «користується», «моделює», «коментує», «аналізує», «класифікує», «перетворює», «перевіряє» тощо. Вимоги розташовувалися відповідно до чотирьох рівнів засвоєння змісту (за таксономією Б. Блума), що становило орієнтир для контролю навчальних досягнень, забезпечувало об'єктивність і технологічність оцінювання.

Формування означених умінь передбачалось шляхом упровадження прогресивних методик або технологій навчання молодших школярів, проте в навчальних нормативах вони не утворили вмотивованої системи, що свідчить про тривалість процесу осмислення компонентів змісту освіти й про складність питання. Центральним завданням навчання кожного предмета чи курсу визначено опанування учнями предметними компетенціями; для математики – це групи обчислювальних, інформаційно-графічних, логічних, геометричних, алгебраїчних компетенцій, що конкретизувалися в програмі відповідними елементами знань, уміннями і навичками, досвідом реалізації творчої діяльності, ціннісними ставленнями.

Так, основу групи обчислювальних компетенцій утворила система обчислювальних умінь та навичок, які необхідні учням для використання у практичних ситуаціях. У змісті початкової математичної освіти до їх числа віднесено вміння порівнювати числа, виконувати арифметичні дії з ними; знаходити значення числових виразів; порівнювати значення однойменних величин і виконувати дії з ними, встановлювати елементарні залежності тощо. До групи інформаційно-графічних компетенцій увійшли вміння, навички, способи діяльності, пов'язані із графічною інформацією – читання й записування чисел; подання величин у різних одиницях вимірювання; знаходження, аналізування, порівняння інформації, поданої в таблицях, схемах, на діаграмах; читання й записування виразів із змінними, знаходження їх значення; користування годинником

і календарем як засобами вимірювання часу тощо. Група логічних компетенцій увібрала уміння виконувати логічні операції в процесі розв'язування сюжетних задач, рівнянь, ребусів, головоломок; здатність оцінювати істинність або хибність тверджень; уміння розв'язувати задачі з логічним навантаженням; описувати ситуації в навколишньому світі за допомогою взаємопов'язаних величин; працювати з множинами тощо. Групою геометричних компетенцій передбачено такі компоненти змісту: володіння просторовою уявою, просторовими відношеннями (визначати місце знаходження об'єкта на площині і в просторі, розкладати і переміщувати предмети на площині); вимірювальними (визначати довжини об'єктів навколишньої дійсності, визначати площу геометричної фігури) та конструкторськими вміннями і навичками (зображувати геометричні фігури на аркуші в клітинку, будувати прямокутники, конструювати геометричні фігури з інших фігур, розбивати фігуру на частини).

Отже, предметні компетенції як структурні елементи змісту математичної освіти поєднали специфічно предметні та міжпредметні знання, уміння, навички, способи діяльності, яких мають набувати учні в процесі навчання. Оволодіння школярами зазначеними складниками компетенцій у системі є передумовою формування у них предметної компетентності як цілісного особистісного утворення.

Відповідно до засадничих положень стандарту й навчальної програми була розроблена на засадах компетентнісного підходу концепція підручників та сформований навчальний матеріал, що увійшов до підручників і навчальних посібників. Він відобразив систему компонентів змісту освіти, яка забезпечувала досягнення мети освітніх галузей.

Для реалізації програмових вимог природничої галузі у 2012 – 2014 роках були створені лінійки варіативних підручників природознавства таких авторів: Т. Гільберг, Т. Сак; І. Грущинської. Однак зміст навчальної програми і підручників потребував приведення у відповідність до вікових можливостей учнів, розвантаживши змістове наповнення окремих розділів, урахувавши наступність навчання природознавства з 1 по 4 клас.

Вимоги програми математичної галузі реалізовували лінійки варіативних підручників математики для 1 – 4 класів авторів:

Ф. Рівкінд, Л. Оляницької; Г. Лишенка. Водночас аналіз чинних на той час підручників математики показав, що їх зміст здебільшого відповідає знаннєвому підходу; у підручниках переважають завдання, які потребують від учнів безпосереднього відтворення знань, застосування їх за зразком. Зміст навчального матеріалу з тем курсу не забезпечує поетапності у формуванні математичних умінь як внутрішнього резерву компетентності – завдання подаються переважно фрагментарно, не простежується наступність у нарощенні їх складності відповідно до рівнів засвоєння предметних компетенцій.

У 2017 році була започаткована реформа загальної середньої освіти «Нова українська школа», для впровадження якої створювалася нова нормативна база – Державний стандарт початкової освіти (постанова Кабінету Міністрів України від 21 лютого 2018 р. № 87), типові освітні програми для 1 – 2 і 3 – 3 класів (накази Міністерства освіти і науки України від 08 жовтня 2019 р. № 1272; № 1273). Місією початкової школи визнано плекання особистості дитини, побудова навчання згідно з її віковими та індивідуальними психофізіологічними особливостями, формування в неї загальнокультурних і морально-етичних цінностей, ключових і предметних компетентностей, необхідних життєвих і соціальних навичок, що забезпечують її готовність до продовження навчання в основній школі, до життя в демократичному й інформаційному суспільстві. Найціннішим результатом початкової освіти в особистісному вимірі є здорова дитина, мотивована на успішне навчання, дослідницьке ставлення до життя; це учень/учениця, які вміють здобувати навчальний досвід із різних джерел і критично оцінювати інформацію, відповідально ставитися до себе та інших людей, усвідомлювати себе громадянином/громадянкою України [42].

До цільових орієнтирів природничої галузі в державному стандарті (2018) віднесено формування компетентностей у галузі природничих наук, техніки і технологій, екологічної та інших ключових компетентностей шляхом опанування знань, умінь і способів діяльності, розвитку здібностей, які забезпечують успішну взаємодію з природою, формування основи наукового світогляду і критичного мислення, становлення відповідальної, безпечної і природоохоронної поведінки здобувачів освіти у навколишньому світі на ос-

нові усвідомлення принципів сталого розвитку. До результатів досягнення цієї мети віднесено такі здобутки молодшого школяра: відкриває світ природи, набуває досвіду в її дослідженні, шукає відповіді на запитання, спостерігає за доквіллям, експериментує та створює навчальні моделі, виявляє допитливість та отримує радість від пізнання природи; опрацьовує та систематизує інформацію природничого змісту, отриману з доступних джерел, та представляє її у різних формах; усвідомлює розмаїття природи, взаємозв'язки її об'єктів та явищ, пояснює роль природничих наук і техніки в житті людини, відповідально поводить себе у навколишньому світі; критично оцінює факти, поєднує новий досвід з набутим раніше і творчо його використовує для розв'язання проблем природничого характеру.

Новою метою математичної освіти визначено формування математичної та інших ключових компетентностей; розвиток мислення, здатності розпізнавати і моделювати процеси та ситуації з повсякденного життя, які можна розв'язувати із застосуванням математичних методів, а також здатності робити усвідомлений вибір. Її досягнення має позначатися такими досягненнями молодшого школяра: досліджує ситуації і визначає проблеми, які можна розв'язувати із застосуванням математичних методів; моделює процеси і ситуації, розробляє стратегії (плани) дій для розв'язування різноманітних задач; критично оцінює дані, процес та результат розв'язання навчальних і практичних задач; застосовує досвід математичної діяльності для пізнання доквілля.

Зазначені загальні результати природничої і математичної освітніх галузей конкретизувалися очікуваними результатами типових освітніх програм. Унаслідок співвіднесення властивих освітнім галузям загальних цілей стандарту та освітніх програм можна зробити висновок про домінуючу функцію навчального предмета або інтегрованого курсу, а також про відповідні цій функції кінцеві результати – систему чи комплекс предметних і надпредметних знань, способів діяльності, предметних і ключових компетентностей. Визначимо провідні функції навчальних предметів, що реалізують природничу і математичну освітні галузі, та їх кінцеві для початкової школи результати на основі типової освітньої програми для 3 – 4 класів, що розроблялася в НАПН України під керівництвом О. Савченко (табл. 1).

Таблиця 1.

Провідні функції навчальних предметів та їх результати

Навчальний предмет	Мета навчання за ТОП	Провідна функція	Узагальнені кінцеві результати
Математика	Різнобічний розвиток особистості дитини та її світоглядних орієнтацій засобами математичної діяльності, формування математичної й інших ключових компетентностей, необхідних їй для життя та продовження навчання	Формування основ математичних знань і способів діяльності	Здатність застосовувати математичні знання і способи діяльності в навчальних і життєвих ситуаціях
Я досліджую світ	Особистісний розвиток молодших школярів на основі формування цілісного образу світу в процесі засвоєння різних видів соціального досвіду, який охоплює систему інтегрованих знань про природу і суспільство, ціннісні орієнтації в різних сферах життєдіяльності та соціальної практики, способи дослідницької поведінки, які характеризують здатність учнів розв'язувати практичні задачі	Формування системи природничих знань, соціального, громадянського та здоров'язбежувального досвіду	Володіння доступними способами пізнання предметів і явищ природи та суспільства, моделями поведінки, які відповідають загальноприйнятим нормам моралі та права

Як бачимо з таблиці, провідні функції предметів зосереджені на формуванні в учнів властивих освітній галузі знань, способів діяльності, ставлень, що сукупно є підґрунтям ключових компетентностей. Функції предметів вирізняються ступенем впливу на різні сфери процесу навчання, зокрема на цільову, що забезпечує розвиток творчої особистості, здатної до інтелектуального засвоєння

та емоційного сприйняття соціального досвіду; змістову, яка сприяє цілісному вивченню й осмисленню окремих об'єктів з позиції різних освітніх галузей; діяльнісну, що визначає провідний вид інтелектуальної або практичної діяльності.

Урахування акцентуації провідної функції предмета згідно з положеннями про конкурс підручників було в пріоритеті під час створення навчальної літератури для Нової української школи. Від 2018 по 2021 рік розроблено лінійки підручників «Я досліджую світ», що реалізують природничу освітню галузь, авторів Т. Гільберг, С. Тарнавської та ін.; І. Большакової і М. Пристінської; Н. Бібік і Г. Бондарчук; І. Грущинської та ін. В основу навчального матеріалу підручників покладено діяльнісний підхід, який покликаний змістити акценти в освіті на активну діяльність; перевага надається практичним роботам, демонстраційним і лабораторним дослідям, спостереженням у природі, екологічному моделюванню та прогнозуванню, вирішенню ситуаційних завдань, а також практичній діяльності з охорони природи. Математична освітня галузь реалізована в лінійках підручників С. Скворцової і О. Онопрієнко; Н. Листопад; О. Гісь і Г. Філяк та ін. На відміну від попередніх поколінь підручників, у новостворених версіях акцентовано не лише на досягненні суто математичних результатів, а й на виробленні досвіду математичної діяльності, що застосовується у навчанні інших освітніх галузей шляхом використання учнями математичних методів чи інших засобів для пізнання дійсності; організації та виконання міжпредметних навчальних проєктів, міні-досліджень тощо.

Таким чином, ми показали, як еволюціонував зміст освіти природничої і математичної галузей, а також, як він розгортається нині, коли початкова школа функціонує в умовах компетентнісно орієнтованої парадигми. Реалізуючи компетентнісний підхід, поєднано інтелектуальний, розвивальний, виховний і діяльнісний складники, узгоджено його з новітніми вимогами до побудови освітнього процесу з орієнтацією на особистість дитини, її соціальний досвід.

Щодо вимірювання результатів навчання молодших школярів природничої і математичної галузей.

Освітні системи різних країн регулярно долучаються до міжнародних порівняльних досліджень (моніторинрів) якості освіти за міжнародними програмами та проєктами, як-от: Program for Inter-

national Student Assessment (PISA), Progress in International Reading Literacy Study (PIRLS), Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS), International Assessment of Educational Progress (IAEP) та ін. Метою цих заходів визначено одержання об'єктивної інформації про стан системи освіти, а також прогнозування її розвитку. Проте в початковій школі нашої країни подібне дослідження проводилось лише раз у 2007 році й торкалося вивчення рівня засвоєння учнями 4-х класів математики й природознавства (TIMSS-2007). Водночас аналіз результатів цього моніторингу дозволив зробити деякі важливі висновки, які були надалі враховані під час оновлення нормативної бази початкової освіти та її реалізації у навчальному процесі.

У моніторингу українські школярі засвідчили рівень навчальних досягнень з математичної і природознавчої освіти нижчий за середній. Це пов'язано з тим, що вони володіють переважно фактологічними знаннями, умінням їх застосовувати в подібних ситуаціях, можуть відтворити основні ознаки понять, зробити найпростіші узагальнення вивченого навчального матеріалу, розуміють суть основних законів і закономірностей, розпізнають прояви природних явищ і процесів, уміють розв'язувати найпростіші задачі, проте недостатньо володіють умінням застосовувати знання в частково змінених умовах, умінням пошукового і дослідницького характеру, особливо у плануванні експерименту й узагальненні та інтерпретації одержаних результатів, здатністю до пошуку нестандартних підходів у розв'язанні проблем, досвіду роботи з інформацією, поданою у таблицях і на діаграмах. Стало зрозумілим, що однією із суттєвих проблем вітчизняної школи є недостатня сформованість у молодших школярів уміння застосовувати здобуті знання в практичних або життєвих ситуаціях. Отже, потенціал початкової школи полягає в реалізації особистісно зорієнтованого, діяльнісного і компетентнісного підходів до навчання.

Проведений аналіз зазначеного дослідження призвів до деяких змін у вітчизняній початковій школі. Насамперед це стосується оновлення нормативних документів. Так, нова редакція Державного стандарту початкової загальної освіти (2011) ґрунтується на засадах особистісно орієнтованого і компетентнісного підходів, її головною ознакою стало чітке визначення результативного складника

засвоєння навчального матеріалу. У змісті кожної освітньої галузі стандарту визначено мету навчання, яка пов'язана з формуванням у молодших школярів ключових і предметних компетентностей, необхідних для особистісно-соціального та інтелектуального розвитку, здатності самостійно діяти. Структурними компонентами компетентностей у стандарті, як і в аналогічних документах інших країн Європи, визначені знання, вміння, навички, досвід діяльності, ціннісні ставлення. Результати навчання подаються в категоріях компетентнісної моделі освіти, тобто увагу більшою мірою зосереджено на формуванні досвіду діяльності, а не нарощуванні обсягу знань.

Сталися певні зміни й у змісті навчання освітніх галузей. Опишемо їх на прикладі галузі «Математика». Уперше у вітчизняній початковій школі уведено розділ «Робота з даними». Його завдання – ознайомити молодших школярів на практичному рівні зі способами подання інформації; вчити читати і розуміти, знаходити, аналізувати, порівнювати інформацію, подану в різний спосіб, використовувати дані для розв'язування практично зорієнтованих задач. Навчальний матеріал цього розділу дозволяє формувати в учнів первинні уявлення про деякі способи оброблення даних спостережень за навколишнім світом. Матеріал поданий у вигляді основних інформатичних понять і фактів, які формуються шляхом розгляду конкретних ситуацій і використання міжпредметної змістової інформації. Уміння працювати з даними значною мірою впливає на здатність розв'язувати математичні сюжетні задачі. Згідно з поширеною в нашій країні методикою роботи над задачею, процес її розв'язування передбачає передусім аналіз тексту – виділення умови і запитання; визначення величин, що входять до задачі (дані та шукані), встановлення зв'язків між ними. Від якості опрацювання цього етапу надалі залежить пошук розв'язування і правильність розв'язку задачі.

Під час вивчення результатів міжнародного дослідження, а також щорічного виконання молодшими школярами підсумкових контрольних робіт помічено, що більшість учнів, які мають помилки в розв'язуванні сюжетних задач, стикаються із проблемами саме на етапі аналізу змісту. Пошук шляхів подолання такої проблеми призвів до змін: у навчальній програмі з математики для 1 – 4 класів

уведено підрозділ «Загальні прийоми розв'язування задач», чим посилено увагу до формування в учнів уміння виконувати змістовий і логічний аналіз тексту задачі.

Результати моніторингу показали, що наявні труднощі у виконанні письмових завдань в українських школярів пов'язані не стільки з низьким рівнем сформованості математичних або природознавчих знань і умінь, як загальнонавчальних, зокрема вміння визначати в тексті головне, будувати аналітичні судження, викладати думку письмово тощо. Звичка наших учнів діяти в знайомих умовах, за певним зразком або за відомим алгоритмом зумовлює утруднення під час виконання творчих завдань, коли необхідно актуалізувати й застосувати набутий навчальний досвід для вирішення задачі, яка може трапитись у реальному житті.

Одним зі шляхів подолання такої проблеми ми вважаємо урізноманітнення видів навчальної діяльності учнів. Для цього необхідно змістити акценти в навчанні від простого засвоєння пізнавальної інформації, наданої вчителем, на процес її самостійного здобування, на пошук і відкриття нового знання та його практичного застосування.

На старті упровадження Концепції НУШ в Україні було проведено загальнодержавне моніторингове дослідження якості початкової освіти «Стан сформованості читацької та математичної компетентностей випускників початкової школи загальноосвітніх навчальних закладів 2017 року». Його метою стало з'ясування стану навчальних досягнень випускників початкової школи напередодні впровадження Концепції НУШ та відстеження в майбутньому змін, що матимуть місце за результатами її реалізації.

Під час побудови програми моніторингу були обрані найбільш показові характеристики, сформованість яких значною мірою забезпечує спроможність учня засвоювати зміст різних навчальних дисциплін, а саме: ключові компетентності – спілкування державною (і рідною у разі відмінності) мовами й математична компетентність. Спілкування державною мовою у моніторингу було потрактовано як «здатність учня (учениці) спілкуватися з людьми різного віку і статусу, розуміти й відтворювати сприйняту на слух і прочитану інформацію, змістовно й грамотно висловлювати свої думки в усній і письмовій формах, вільно володіти мовою для розв'язан-

ня життєвих завдань і проблем; математична компетентність – як здатність учня (учениці) застосовувати до розв’язування навчально-пізнавальних і практично зорієнтованих задач досвід математичної діяльності, заснований на математичних знаннях, уміннях і навичках; розпізнавати проблемні ситуації, які можна розв’язати математичними методами; створювати математичні моделі процесів навколишнього світу із застосуванням математичних методів; логічно міркувати; усвідомлювати важливість математики для пізнання навколишнього світу [58].

Моніторинг якості початкової освіти в межах цього дослідження розглядався як виявлення рівня досягнення учнями результатів, визначених Державним стандартом початкової загальної освіти (2011); залежності рівня навчальних досягнень учнів від характеристик навчального й позанавчального середовища. Виявлення рівня навчальних досягнень учасників дослідження здійснювалося за допомогою предметних тестів із читання й математики. Додатковим джерелом інформації про якість початкової загальної освіти стала інформація про контекст навчання (навчальне в межах школи й позанавчальне середовища). Ця інформація збиралася шляхом опитування з використанням анкет для учнів та вчителі.

Результати моніторингу були оприлюднені на сайті головного його організатора і виконавця – Українського центру оцінювання якості освіти. Важливим наслідком моніторингу для педагогічної теорії, зокрема сфери контрольно-оцінювальної діяльності, вважаємо встановлення взаємозв’язків між визначеними нормативними документами, ймовірними результатами навчання і технологічними можливостями щодо їх вимірювання, відображеними в специфікації тестів. Найсуттєвішими для практики початкової освіти, на нашу думку, є реалізовані в цьому дослідженні дидактико-методичні підходи до розроблення інструментарію вимірювання результатів навчання, технологія укладання його в систему, що є тестом досягнень. Це, зокрема, структура тесту; його довжина; формати завдань і їх кількісний розподіл за типами; опис змістового наповнення секцій з читання і математики; когнітивні характеристики тестових завдань; психометричні характеристики тесту тощо. Всі ці аспекти мають яскраво виражене прикладне значення і можуть бути використані під час укладання підсумко-

вих діагностувальних робіт, особливо – державної підсумкової атестації (ДПА).

Таким чином, навіть незначний досвід участі українських педагогів і школярів у міжнародному та загальнодержавному моніторингах став поштовхом для прогресивних змін у змісті освіти та його реалізації в практиці початкової освіти. Активне долучення до подібних проєктів сприятиме вдосконаленню методів, організаційних форм, засобів навчання і контролю його результатів.

РОЗДІЛ 3

БАЗОВА ТА ПРОФІЛЬНА ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

3.1. СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ШКІЛЬНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ

Шкільна математична освіта за роки незалежності постійно перебуває в зоні активних змін як у зв'язку з законодавчо-нормативним регулюванням, так і результатами наукових пошуків, інноваційної практики.

У перше десятиліття незалежності України (1991–2001 рр.) реформування змісту шкільної математичної освіти й відображення його в державних стандартах, навчальних програмах і підручниках можна охарактеризувати як перехідний період від авторитарної, знанневої парадигми освіти до демократичної, особистісно орієнтованої. У перші роки цього періоду в школах використовувалися підручники, які видані раніше. Пізніше були підготовлені пробні українські підручники з математики як для загальноосвітніх шкіл, так і для шкіл (класів) з поглибленим вивченням математики та закладів освіти гуманітарного профілю. Характерною особливістю змісту математики було українознавче його наповнення. До змісту включається матеріал, пов'язаний з ціннісними орієнтаціями: досягнення держави в галузі науки і техніки, розробленні математичних теорій і методів, довідки про долі українських вчених, які творили науку, зробили визначні відкриття. Ширше використовується образно-чуттєвий, естетичний, художньо графічний, емоційно-ціннісний потенціал математики.

З перших років незалежності України розпочалися роботи із стандартизації шкільної освіти, зокрема математичної. З цією ме-

тою у 1996 році було прийнято «Концепцію державного стандарту загальної середньої освіти в Україні», де унормовувалась система показників про освіченість особи. Згодом ця система була певною мірою реалізована в нормативних документах, які визначили зміст загальної середньої освіти, деякі вимоги та гарантії держави щодо її одержання громадянами [48; 23; 32; 34]. З огляду на ці документи визначено основні принципи математичної освіти: гуманізація, доступність освіти, рівність умов для повної реалізації потреб, здібностей; пріоритетність загальнолюдських духовних цінностей; органічний зв'язок із національною історією, культурою та ін.

Перший Державний стандарт базової і повної середньої освіти [24] прийнято у 2004 році. Це була перша спроба уніфікувати й структурувати зміст освіти та виробити норми й положення, що визначають державні вимоги до освіченості учнів і випускників шкіл на рівні базової та повної загальної середньої освіти, а також гарантії держави щодо її здобуття.

Пріоритетами змісту математичної освіти стали: різнобічний розвиток особистості школяра, виховання його як громадянина-патріота України, індивідуалізація і диференціація навчально-виховного процесу, його гуманізація. В основній школі особистісно орієнтований підхід до навчання математики здійснюється через варіативність методик організації навчання залежно від пізнавальних здібностей сучасних учнів, а також через факультативні курси. Новим здобутком у реалізації особистісно орієнтованого підходу до навчання стала профілізація старшої школи. Зміст математичної освіти і вимоги до його засвоєння диференціюються за трьома рівнями: обов'язкові результати навчання, визначені Державним стандартом, профільний та академічний. Особлива увага приділяється практичній і творчій складовим навчальної діяльності. У державних вимогах до рівня математичної підготовки учнів зростає роль умінь здобувати інформацію з різних джерел, засвоювати, поповнювати та оцінювати її, застосовувати способи пізнавальної і творчої діяльності, інтелектуальний розвиток учнів, економічне, екологічне, естетичне, громадянське виховання, формування позитивних рис особистості.

Порівняно з освітньою галуззю «Математика» Державного стандарт базової і повної загальної середньої освіти 2004 року в

цій освітній галузі стандарту 2011 року [25] більш чітко та послідовно відображено концептуальні засади особистісно зорієнтованого, компетентнісного та діяльнісного підходів. Зміст навчального матеріалу з математики та вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки в основному узгоджені між собою, відповідали віковим особливостям учнів, у них дотримано принципи наступності та послідовності. Взагалі позитивною відмінною рисою Державного стандарту 2011 року є те, що галузевий склад змісту, предметне його наповнення, вимоги до загальноосвітньої підготовки учнів відповідають освітнім завданням ступенів школи, спрямовані на розвиток здатності учнів застосовувати здобуті знання, уміння та особистий досвід у предметно-перетворювальній діяльності, використовувати інформаційно-комунікаційні технології та відповідні засоби для виконання особистісних і суспільно значущих завдань.

Водночас упровадження Державного стандарту виявило низку неподоланих проблем, зумовлених як об'єктивними, так і суб'єктивними чинниками. Одна з них – зміст математики в основному спрямований на формування суто математичної компетентності, практично залишаючи поза увагою інші ключові. У розділі «Державні вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки учнів» доцільно більше переорієнтувати зміст освіти на компетентнісний підхід, відповідно до якого кінцевим результатом навчання предмета є сформовані предметна і ключові компетентності як здатності учня успішно діяти в навчальних і життєвих ситуаціях і нести відповідальність за свої дії. Якщо порівняти Базові навчальні плани Державних стандартів 2004 і 2011 років, то варто зазначити, що необґрунтовано зросло на 420 годин гранично допустиме навчальне навантаження учнів основної школи: з 5425 годин у стандарті 2004 року до 5845 годин у стандарті 2011 року. Це призвело до перевантаження учнів з математики.

Важливим подальшим кроком у модернізації змісту шкільної освіти було законодавче встановлення 12-річного терміну навчання. Істотним його результатом стало формування нового змісту математичної освіти, закріпленого в Державному стандарті освіти для початкової (2001 р.) та основної і старшої (2004 р.) школи і конкретизованого в навчальних програмах з математики для 1-12-х

класів. Проте неочікуваний перехід у 2010 році від 12-річного до 11-річного терміну навчання викликав гострі проблеми, пов'язані з невідповідністю обсягу засвоєння матеріалу відведеному для цього навчальному часу та порушенням наступності змісту і вимог щодо його засвоєння між рівнями освіти. У загальноосвітніх школах стали діяти навчальні програми: а) для 5–7 класів, що відповідають стандарту 2011 року; б) для 8–9 класів, підготовлені за попереднім освітнім стандартом (2004), орієнтованим на трирічну старшу школу; в) для 10–11 класів, які об'єктивно не можуть відповідати стандартам, оскільки укладені шляхом ущільнення і скорочення змісту освіти, розрахованого на трирічний термін навчання. Все це призвело до перевантаженості програм навчальним змістом та порушення узгодженості змісту між ступенями і рівнями навчання, що негативно позначається на результатах його засвоєння. Водночас у навчальних програм містилися розбіжності щодо реалізації вимог Державного стандарту стосовно змісту і результатів навчання, не завжди враховувалися загальні цілі й освітні результати освітньої галузі «Математика», мала місце певна розбалансованість змісту різних курсів математики, яка спостерігалася як на різних рівнях навчання, так і на міжпредметному рівні. Нерідко зміст навчального матеріалу перевищував освітні потреби пересічного учня відповідної вікової групи, а формулювання вимог до результатів навчання не завжди відповідали ознакам компетентнісного підходу до навчання.

Крім того, до вересня 2010 року, коли старша школа знову почала функціонувати як дворічна, були вже видруковані підручники з математики для 10 класу, що відповідали програмам трирічної старшої школи. Вони, природно, не могли врахувати змін, які сталися в модернізованих програмах. Тому виникали значні труднощі при використанні розвантажених програм для старшої школи. Все це призвело до значної перевантаженості програм і підручників навчальним змістом, що негативно позначилося на результатах його засвоєння.

Аналіз змін у змісті навчальних програм. Лише за останні десять років зміни вносилися у програми з математики три рази з інтервалом у 2-3 роки. Так, у 2012 році програми були модернізовані

– реалізований компетентнісний підхід взагалі, у 2015 році програми були розвантажені, у 2017 і 2018 роках вони були оновлені, в них реалізовано наскрізні лінії ключових компетентностей.

У програмах 2012 року були вилучені теми: «Величини» (5 клас), «Лінійні рівняння» (7 клас). До 2012 року вивчення алгебри у 7 класі розпочиналось з актуалізації знань учнів про лінійні рівняння (відводилося 9 год). Особлива увага в цій темі приділялась моделюванню, де лінійні рівняння розглядалися як моделі прикладних задач. Тобто, у вчителя була можливість показати зв'язок математики з життям і познайомити учнів з таким процесом як моделювання. У 9 класі тему «Елементи прикладної математики» замінено на «Елементи комбінаторики, теорії ймовірностей та статистики» і відповідно вилучено теми «Математичне моделювання», «Відсоткові розрахунки. Формула складних відсотків». Відтак, учні знайомляться з темою відсотки лише в 5 і 6 класах і більше до неї не повертаються.

У 2015 році з програми вилучено: «Комбінаторні задачі», «Розв'язування текстових задач за допомогою рівнянь» (5 клас), «Ймовірність випадкової події», «Циліндр. Конус. Куля» (6 клас), «Множина. Підмножина. Числові множини.» (8 клас), «Нескінченна геометрична прогресія та її сума» (9 клас). Крім того у 9 класі зменшено кількість навчальних годин (з 10 до 8 год) на вивчення теми «Елементи комбінаторики, теорії ймовірностей та статистики», а тему «Початкові відомості з стереометрії» знято. Тобто учні в 5 класі знайомляться з деякими просторовими фігурами (прямокутний паралелепіпед, куб, піраміда), а з 6 до 9 класу вивчають лише плоскі фігури. Якщо підсумувати, то зміни у програмах 2015 року не сприяли посиленню прикладної спрямованості навчання математики. Наприклад, з програми 9 класу за ці роки зник взагалі такий навчальний матеріал: «Математичне моделювання. Відсоткові розрахунки. Формула складних відсотків», крім того зменшилась кількість годин на статистику, комбінаторику та теорію ймовірності, яка вивчалась у кінці 9 класу без попередньої пропедевтики.

У 2017 і 2018 роках навчальні програми [50; 51] були оновлені, додано чотири наскрізні лінії ключових компетентностей, що стали засобом інтеграції ключових і загальнопредметних компетент-

ностей, навчальних предметів та предметних циклів відповідно до концепції «Нова українська школа» [42]. Передбачалося, що формування саме таких компетентностей сприятиме посиленню мотивації, інтересу до навчання, розвитку в учнів здатності застосовувати отримані знання в різних ситуаціях і набуття досвіду використовувати набуті математичні компетентності на практиці, у реальних життєвих ситуаціях. У програмі для кожного класу окремою складовою прописано задачі якої тематики вчителям доцільно розв'язувати з учнями для формування відповідних компетентностей. Очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності упорядковані за знаннєвим, діяльнісним і ціннісним компонентами та конкретизовані їх складниками.

Підручники з математики загалом відповідали і відповідають психолого-педагогічним вимогам до шкільних підручників. Їхній методичний апарат реалізує дидактичні функції підручника з математики, а також задовольняє вимоги до організації навчальної діяльності учнів. Зазначене певною мірою сприяє забезпеченню досягнення мети і завдань навчання математики. Водночас у кожному з підручників існує певний потенціал щодо подальшого покращання його змістового наповнення та удосконалення методичного апарату. Результати аналізу їх змісту показали, що всупереч намаганням уникнути перевантаження учнів навчальний матеріал в окремих підручниках нерідко перевищує програмні вимоги, містить подекуди надлишкову інформацію. Трапляються випадки неврахування вікових особливостей розвитку дитини, особливостей навчальної діяльності учнів на різних рівнях змісту. Потребує посилення практично-діяльнісної, ціннісної і творчої складових у змісті математичної освіти, розвивальної функції навчання. Реалізація компетентнісно орієнтованої парадигми математичної освіти учнів покращиться, якщо більшу увагу приділяти розробленню системи завдань, спрямованих на: активну взаємодію між учнями; організацію активної самостійної пізнавальної діяльності, зокрема творчої, у т.ч. проектної, дослідницької; використання ІКТ для розв'язування завдань. Залишається проблема нестачі підручників.

Одним із індикаторів ефективності вітчизняної математичної освіти є результати міжнародних порівняльних моніто-

рингових досліджень. Українські школярі за часів незалежності брали участь у трьох таких дослідженнях: у міжнародній програмі оцінювання якості природничо-математичної освіти TIMSS (2007 і 2011 рр.) і в міжнародному дослідженні якості освіти PISA (2018). У дослідженні TIMSS-2007 взяли участь четвертокласники та восьмикласники. Аналіз даних дозволяє зробити висновок, що українські школярі з математики продемонстрували, в основному, низький рівень знань. Учні четвертих класів українських шкіл за середнім балом із математики (469) зайняли 26 місце. Українські восьмикласники посіли з математики (середній бал - 462) 25 місце. Найкращі результати з математики показали учні четвертих класів із Гонконгу (607 балів) та Сінгапуру (599 балів), Тайбею (Китай) - (576 балів) та Японії - (568 балів). Результат України можна порівняти з результатами Румунії (461 бал), Ізраїлю (463 бали), Болгарії (464 бали), Кіпру (461 бал), Норвегії (469 балів).

Аналіз результатів TIMSS-2011 показав, що шкільна математична освіта зорієнтована на репродуктивне формування знань: українські школярі відчували значні труднощі, виконуючи завдання на порівняння та класифікацію, формулювання оціночних суджень, планування експерименту і прийняття рішень щодо реалізації його результатів. Результати TIMSS-2007 засвідчили, що низькими є показники виконання учнями завдань на використання одержаних знань та вмінь щодо реальних ситуацій, характерних для повсякденного життя, тобто прикладних завдань із практичним змістом.

Учасниками дослідження TIMSS-2011 стали лише учні 8-х класів. (На жаль, у дослідженні не брали участі учні четвертих класів, що унеможливило простежити, наскільки ефективно розвивалася за цей час математична освіта). За результатами дослідження українські 8-класники підвищили результати з математики (на 17 балів) у порівнянні з 2007 роком: середній бал з математики становить – 479 бали. Це дозволило підвищити позицію країни у міжнародному рейтингу з математики – з 25 місця у 2007 році – до 19 місця у 2011 році. Результати України з математики за середнім балом можна порівняти з результатами Швеції (484 бали) та Норвегії (475 балів).

Найбільше зростання результатів спостерігалось під час виконання завдань групи «Знання», що орієнтовані на використання

знань у стандартних ситуаціях, а найнижче — за завдання групи «Застосування», при розв’язуванні яких необхідно було застосувати знання у змінених ситуаціях. Аналіз результатів TIMSS-2011 показав, що шкільна математична освіта зорієнтована на репродуктивне формування знань: українські школярі відчули значні труднощі, виконуючи завдання на порівняння та класифікацію, формулювання оціночних суджень, планування експерименту і прийняття рішень щодо реалізації його результатів.

В 2018 році Україна взяла участь у міжнародному дослідженні якості освіти PISA, яке дало змогу порівняти рівень математичної грамотності українських 15-річних підлітків з математичною грамотністю підлітків інших (близько 80) країн. Дослідження PISA-2018 орієнтоване на визначення того, наскільки 15-річні учні (у цьому віці підлітки майже всіх країн світу закінчують обов’язковий цикл навчання у школі) можуть застосовувати набуті компетентності у життєвих ситуаціях, тобто наскільки конкретний учень зможе використати отримані знання і уміння у нестандартних ситуаціях. Україна зайняла 39 місце в загальному рейтингу і 43 місце у рейтингу з математичної грамотності. Середній рівень математичної грамотності українських учнів відповідає другому з шести рівнів (453 бали). Такі учні здатні розв’язувати задачі в ситуаціях, що допускають прямі умовиводи, можуть використовувати інформацію з одного джерела, представлену в одній формі.

Порівнюючи результати України з референтними країнами³ (табл. 2), спостерігаємо суттєвий розрив у результатах України та результатах 5 країн, що знаходяться вгорі таблиці. Крім того, у цій вибірці лише в Україні рівень математичної грамотності значно нижчий ніж природничо-наукової і читацької.

³ Референтні країни — це країни, освітні характеристики й результати успішності учнів яких взято для порівняння з аналогічними параметрами України, вони подібні за соціально-економічним станом або схожі за культурною чи історичною спорідненістю з Україною: Білорусь, Грузія, Естонія, Молдова, Польща та Словаччина Республіка.

Таблиця 2.

УСПІШНІСТЬ З МАТЕМАТИКИ УЧНІВ З КРАЇН, РЕФЕРЕНТНИХ ДО УКРАЇНИ

Країна	Кількість балів
Естонія	523
Польща	516
Словацька Республіка	486
Угорщина	481
Білорусь	472
Україна	453
Молдова	421
Грузія	398

Результати українських учнів також виявились нижчими на 39 балів за середнє значення по країнах Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР).

За результатами тестування, в Україні достатньо значний відсоток учнів (36%), рівень математичної грамотності яких нижчий за базовий, і зовсім незначний відсоток тих, хто досягнув найвищого рівня грамотності. Базового рівня математичної грамотності досягнули лише 64,0 % учнів. Тобто, третина учнів не можуть створювати моделі до прикладних задач та вибирати і застосовувати прості стратегії їх розв'язування.

Варто врахувати, що на середній бал з математики вплинув суттєвий розрив у математичній підготовці між учнями міських і сільських навчальних закладів. За даними PISA-2018 в Україні учні, що навчаються в сільських школах, продемонстрували набагато гірші знання з математики, ніж ті, хто вчиться в містах (розрив між успішністю учнів у великих містах та селах складає більш як 2 роки шкільного навчання) [40]. Це зумовлено низкою причин, в тому числі і поганим оснащенням шкіл, і недостатньою кваліфікацією деяких сільських вчителів, які інколи не мають базової освіти і суміщають викладання кількох предметів.

Звісно, все це вказує на проблеми, що є у шкільній математичній освіті. А саме на недостатню прикладну спрямованість шкільного курсу математики та на нерівний доступ до освіти в містах та

селах [11]. Завдання, що пропонуються у вимірниках PISA, мають певну специфіку. Вони прикладного характеру, є досить громіздкими, і містять від 2 до 6 запитань в кожному. Завдання такого типу не дуже часто зустрічаються в діючих підручниках. Тож, вчителям доцільно самостійно складати задачі такого типу та пропонувати їх учням, щоб сприяти набуттю учнями досвіду розв'язування задач такого типу, або використовувати відповідні посібники [15].

Визначення рівня навчальних досягнень з математики учнів середніх навчальних закладів України відбувається у ході державної підсумкової атестації і зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО).

Підсумкове оцінювання учнів з математики здійснюється у формі державної підсумкової атестації і відбувається після завершення 4, 9 і 11 класів. У 4 і 9 класах ДПА проводиться у закладі освіти, де навчалися учні. В 11 класі учні складають ДПА у формі стандартизованого тестування під час ЗНО в спеціальних центрах.

Відповідно до Стратегії розвитку освітніх оцінювань у сфері загальної середньої освіти в Україні до 2030 року (затверджена у 2019 р.) [59] заплановано запровадити у 9 класі ДПА у форматі ЗНО в центрах тестування з використанням стандартизованого оцінювання. Крім того, тестування в 9 і 11 (12) класах відбуватимуться за двома рівнями складності – рівень стандарту і профільний рівень.

У зв'язку з COVID-19 у 2020 і 2021 рр. ДПА для 4-х, 9-х і 11-х класів була відмінена, але проводилось тестування у форматі ЗНО для вступу до закладів вищої освіти.

З 2021 року ДПА з математики у форматі ЗНО стає обов'язковим. Аналіз кількості учнів, що подолали поріг «склав/несклав» з математики (табл. 3) та успішності складання ЗНО з математики (у %) (рис. 1) за 2012 – 2021 роки, показує, що ЗНО з математики протягом 2016 – 2020 років успішно складали 87-91%. Однак у 2021 році показник знизився до 75,3%. Окремі дослідники стверджують, що це частково спричинено переходом у 2020–2021 році на дистанційне навчання. Але насправді слід врахувати, що з 2021 року випускники шкіл обов'язково складають ДПА в форматі ЗНО з математики. Тобто, якщо раніше учні, що мали низький рівень досягнень з математики, могли її не здавати, то тепер їх результати звісно впливають на статистику.

Таблиця 3

КІЛЬКІСТЬ УЧНІВ (В %) ЩО СКЛАЛИ ЗНО З МАТЕМАТИКИ У 2012–2021 рр.

2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
90,7%	92,7	92,9	78,2	87,3%	85,8%	84,9%	88,8%	90,9%	75,3%

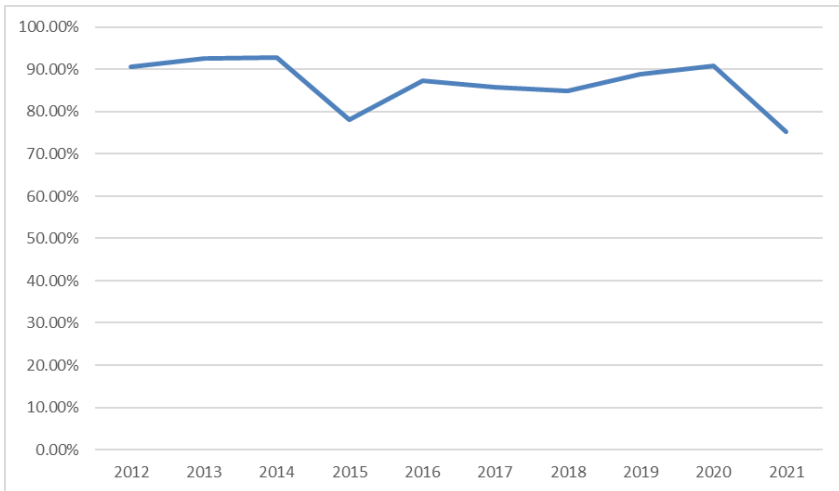


Рис. 1. Відсоток учнів, що склали ЗНО з математики

У середньому, учні сільських шкіл гірше складають ЗНО, ніж учні міських шкіл. У свою чергу учні з малих міст в середньому отримують нижчі бали, ніж учні з обласних центрів. Також за статистикою на ЗНО учні гірше розв'язують прикладні задачі, ніж абстрактні.

ЗНО не враховує творчі здібності учнів, не дає змоги оцінити, як вони вміють викладати думки, будувати причинно-наслідкові зв'язки, не оцінює наявність креативного мислення чи вміння комунікувати тощо. Тобто не дивлячись на те, що Україна перейшла від знаннєвої парадигми до компетентнісної, але все ж ЗНО перевіряє здобуті учнями знання, уміння і навички у процесі навчання математики. Тож, спостерігаємо невідповідність, що і стримує впровадження компетентнісного підходу навчання математики.

Сьогодні математика є обов'язковим предметом для здобуття повної загальної середньої освіти і вивчається в кожному класі. У 1-9 класах на вивчення математики до появи Нової української школи відводилося 4 години на тиждень (140 год на рік). У 10-11 класах кількість годин різнилась залежно від профілю навчання (3 години для рівня стандарт, 4 години для академічного рівня, 6 годин для профільного рівня і 9 годин для поглибленого рівня). З 2017 року був вилучений академічний рівень. Нині у старшій школі є 3 рівня навчання математики: рівень стандарту (105 год на рік), профільний рівень (210 год на рік) та поглиблений (315 год на рік). Відсутність академічного рівня посилювала розрив між рівнями знань учнів різних профілів та фактично призвела до зменшення кількості годин на вивчення математики переважної більшості учнів (раніше переважна більшість навчальних закладів вибирала вивчення математики на академічному рівні, а тепер на рівні стандарту).

Рівень стандарту призначений для учнів, що планують обрати ті галузі діяльності, у яких математика відіграє роль специфічного засобу для вивчення й аналізу закономірностей навколишнього світу (як правило, це суспільно-гуманітарні профілі).

На профільному та поглибленому рівні мета навчання математики полягає у забезпеченні оволодіння системою математичних компетентностей, достатніх для продовження навчання у закладах вищої освіти за спеціальностями із значною математичною складовою (природничі науки, інженерія, виробничі технології тощо).

Поглиблений рівень навчання математики здобувається, як правило, у закладах спеціалізованої освіти наукового спрямування (спеціалізовані фізико-математичні ліцеї, класи з поглибленим вивченням математики), де зазвичай математика вивчається поглиблено, починаючи з 8 класу. Цей рівень призначений для учнів, які планують пов'язати свою майбутню професію з математикою, і забезпечує їм вміння, необхідні для подальшої дослідницької, проектної, експериментальної, винахідницької діяльності. Під час вибору профілю учні не думають про те, на якому рівні їм прийдеться в 11 класі здавати ЗНО для вступу у ЗВО. Тому часто буває так, що учні вивчають математику на рівні стандарту, але в результаті складають ЗНО на профільному рівні.

Інноваційними для шкільної математичної освіти стала Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року та план заходів на 2017-2029 рр. з її запровадження, підтримані Урядом у 2016 році. Мета Концепції — проведення докорінної та системної реформи щодо нового змісту освіти, спрямованого на формування компетентностей XXI століття; формування нового шкільного вчителя, який володіє сучасними методиками викладання і здатний реалізовувати педагогіку партнерства; створення нової системи контролю якості освіти та сучасної системи управління й адміністрування школами. Концепція «Нова українська школа» унормована новим рамковим Законом України «Про освіту» (2017), який запроваджує 12-річне навчання, починаючи з 2018 року, а також Законом України «Про повну загальну середню освіту». Співробітники відділу математичної та інформатичної освіти Інституту педагогіки НАПН України беруть участь у навчально-методичному забезпеченні Концепції НУШ. З метою дотримання наступності змісту і вимог до його засвоєння у відділі розроблено концепцію математичної освіти 12-річної школи, яка включає: пріоритети розвитку математичної освіти, її структуру, принципи добору змісту навчання математики, зміст базової математичної освіти та умови реалізації концепції 9?

У 2020 році затверджено Державний стандарт базової середньої освіти [26], який побудовано на концептуальних засадах Нової української школи. Новий стандарт спрямований на формування в учнів ключових компетентностей XXI ст., зокрема тих, що містяться в рекомендаціях Європейського Союзу 2018 року, ґрунтуються на особистісно орієнтованому, діяльнісному і компетентнісному підходах до навчання, що відповідає європейським і світовим трендам розвитку освіти. У стандарті зазначається, що метою математичної освітньої галузі є розвиток особистості учня через формування математичної компетентності у взаємозв'язку з іншими ключовими компетентностями для успішної освітньої та подальшої професійної діяльності впродовж життя, що передбачає засвоєння системи знань, удосконалення вміння розв'язувати математичні та практичні задачі; розвиток логічного мислення та психічних властивостей

особистості; розуміння можливостей застосування математики в особистому та суспільному житті. Визначено компетентнісний потенціал математичної освітньої галузі, базові знання, та вимоги до обов'язкових результатів навчання учнів з математичної освітньої галузі. Останні передбачають, що учень: досліджує проблемні ситуації та виокремлює проблеми, які можна розв'язувати із застосуванням математичних методів; моделює процеси і ситуації, розробляє стратегії, плани дій для розв'язання проблем; критично оцінює процес і результат розв'язання проблем; розвиває математичне мислення для пізнання і перетворення дійсності, володіє математичною мовою.

У 2021 році затверджена Типова освітня програма, відповідно до якої відбувається навчання у Новій українській школі. На основі Типової освітньої програми створено і затверджено модельні програми з математики для 5-6 класів, які досить відрізняються одна від одної [36]. Тепер навчальні заклади самостійно вибирають модельну програму, на основі якої будуть організовувати процес навчання. Проте потребують узгодження модельні програми різних предметів. Стандартизація освітнього змісту триває й донині. Розпочато роботу над стандартом профільної середньої освіти.

У Новій українській школі (стартувала поетапно з 1 класу в 2018 року) на вивчення математики в 1-2 класах відведено 4 години на тиждень, в 3-4 класах – 5 годин на тиждень, в 5-9 класах від 4 до 6 годин на тиждень (рекомендовано 5 годин на тиждень). Кількість годин у старшій профільній школі ще не визначена.

Нова українська школа покликана розв'язати проблеми, що існують в математичній освіті, зокрема:

- 1) *Забезпечення наступності* змісту і вимог щодо засвоєння навчального матеріалу. Діючі програми з математики побудовані за концентричним принципом: у 5-6 класах вивчається пропедевтичний курс, у 7-9 класах вивчається алгебра і геометрія як окремі предмети або інтегрований курс математики. Інколи наступність концентрів не прослідковується і набуті компетентності в 5-6 класах недостатньо розвиваються в 7-9 класах або 10-11 класах. Наприклад, теми, пов'язані зі звичайними дробами, десятковими дробами і відсотками, фігурують лише у 5-6 класах і не продовжують

використовуватися в наступних концентрах; питання планіметрії і стереометрії вивчаються відокремлено: спочатку учні вивчають лише фігури на площині і далі, у старших класах, не пов'язують їх з просторовими фігурами.

2) *Посилення практичної спрямованості* курсу математики на життєві проблеми, міжпредметні зв'язки математики з іншими предметами, усвідомлення учнями цінності математичних знань і умінь [16].

3) *Орієнтація оцінювання* математичної підготовки учнів на набутті математичної компетентності як ключової, необхідної для життєвих потреб кожної людини.

4) *Усунення розриву між рівнями* якості математичної підготовки учнів, що навчаються у сільській місцевості і містах.

Шляхи розв'язання проблем та рекомендації щодо вдосконалення шкільної математичної освіти

1. Результати державної підсумкової атестації випускників шкіл у формі зовнішнього незалежного оцінювання останніх років стабільно свідчать, що з математики близько 60 % демонструють початковий і середній рівень підготовки, що за 12-бальною шкалою оцінювання відповідає бальному інтервалу оцінок від 1 до 6. Існує помітний розрив між результатами учнів міських і сільських шкіл. Зокрема, порівняння результатів ЗНО упродовж останніх п'яти років за показниками рівнів «достатній» і «високий» свідчить, що якість підготовки з математики випускників міських шкіл перевищує якість підготовки випускників сільських шкіл у середньому на 20 %. З огляду на це залишаються актуальними питання досягнення належної якості математичної освіти, удосконалення її змісту та навчально-матеріальної бази, підвищення якості частини підручників, усунення дефіциту висококваліфікованих педагогічних кадрів, поліпшення цифровізації освітнього процесу, підвищення цифрової компетентності вчителів.

2. Удосконалення змісту математичної освіти передбачає завершення його стандартизації, зокрема створення Державного

стандарту профільної середньої освіти, який би задовольняв потреби здобувачів такої освіти, котрі навчаються в закладах освіти різних типів. Потребує оновлення на компетентнісних засадах навчальна та методична література (підручники, навчальні та методичні посібники, методичні розробки та рекомендації), електронні освітні ресурсів, які реалізують особистісно орієнтований і діяльнісний підходи до навчання.

3. Якісна математична освіта передбачає інноваційне навчально-методичне забезпечення прикладної спрямованості навчання математики. Успішна реалізація прикладної спрямованості шкільної математичної освіти потребує цілісної переорієнтації змісту навчання. Навчальний матеріал має сприяти виробленню не лише суто математичних умінь, а й умінь застосовувати знання в реальних життєвих ситуаціях, зокрема нетипових, працювати з проблемами, що пов'язані зі змістом інших предметних галузей, використовувати інформацію на основі своїх досліджень, оперувати різними джерелами інформації [13; 14].

Ефективним засобом підвищення шкільної математичної освіти є *удосконалення підручників*. Встановлено, що «...для отримання валідних результатів експертизи підручників слід забезпечити об'єктивність і надійність експертного оцінювання конкурсних підручників, неухильно дотримуватися стандартних умов, визначених Положенням про конкурсний відбір підручників та інструктивно-методичними матеріалами» [27, с. 21]. Проте об'єктивність експертизи залежить також від повноти і правильного тлумачення параметрів оцінювання. У зв'язку з прийняттям Державного стандарту базової середньої освіти (2020) деякі з параметрів потребують деталізації, осучаснення, уточнення, зміщення смислових акцентів. Зміст і методичний апарат сучасного підручника з математики має ґрунтуватися на таких науково-методичних засадах, які доцільно враховувати в параметрах оцінювання: врахування особливості навчальної діяльності сучасних учнів; соціальна ефективність змісту; прикладна спрямованість змісту; укрупнення навчального матеріалу підручника; інтеграція змісту; візуалізація навчальних текстів; доступність, діалогічність навчальних текстів, можливість самостійно їх опрацювати; наступність змісту і вимог щодо його засво-

ення (реалізується у компенсаторній і прогностичній функціях); диференційована реалізованість підручника; діяльнісний підхід до навчання; варіативність задачного матеріалу (включаються вправи: з неповною, надлишковою, ймовірнісною та суперечливою інформацією, з несформульованою умовою або вимогою, на складання задач; на прийняття оптимальних рішень) тощо [7; 17]. Співробітники відділу математичної та інформатичної освіти НАПН України беруть участь у процесі підручникотворення. Зокрема, лише за останні 5 років видано 8 підручників з математики, 12 навчально-методичних посібників [8; 12; 5; 6; 10; тощо].

4. Запровадження широкої варіативності у навчання математики учнів із різними інтересами, освітніми потребами, мотивацією, життєвими планами; пошук учнів із високими математичними здібностями, їх підтримка в розвитку і вдосконаленні. Бажано мати більшу різноманітність профілів. Зараз профілі побудовані таким чином, що учні мають вибирати поглиблено вивчати математику чи англійську мову, хоча багатьом учням для подальшого життя, вступу та подальшої професійної діяльності треба і те і інше. Важливою є можливість для навчального закладу створити мультипрофільний клас, коли в межах класу різні учні можуть вивчати математику на різних рівнях.

5. Посилення інформаційної і профорієнтаційної роботи в закладах освіти, зокрема в математичній галузі, щоб підвищити мотивацію до вивчення математики та сприяти свідомому вибору напряму профільного навчання, розуміти роль математики в обраному учнем життєвому шляху, усвідомлювати цінність математичної компетентності в розвитку його як особистості й професійній самореалізації.

6. Окрім проведення ДПА з математики у форматі ЗНО, доцільно визначати компетентнісний потенціал випускника старшої школи, готовність його до продовження навчання, здобуття професії тощо.

3.2. СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ ШКІЛЬНОЇ ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТИ

Шкільна природнича освіта в Україні традиційно ґрунтується на науковому підході, за змістом відповідає основам наук і відбиває логіку історичного процесу пізнання. Націленість на забезпечення фундаментальних теоретичних знань учнів, посилення науковості змісту спричинювало його перевантаження, производило до значних навчальних утруднень, що, своєю чергою, послаблювало мотивацію до навчання. Загальносвітові тенденції розвитку суспільства, перехід до інформаційних технологій розширили особистісний, діяльнісний контекст освіти. З часу відновлення незалежності України, з утвердженням нової філософії освіти як орієнтованої на особистість учня трансформовано мету й мотиви навчання, модернізовано методологію добору змісту, набули розвитку методи, удосконалено форми й засоби навчання біології, географії, фізики й хімії, змінилася роль педагога.

Для сучасної шкільної природничої освіти характерним є поступальний розвиток, що супроводжується як досягненнями, так і труднощами. Для визначення пріоритетних напрямів її розбудови важливими є результати міжнародного порівняльного дослідження якості освіти PISA, до якого Україна приєдналась у 2018 році. Це дослідження було орієнтоване на вивчення рівня природничо-наукової грамотності 15-річних підлітків, їх готовності до життя з його насиченістю технічними засобами та впливами й здатності застосовувати методи природничих наук у щоденному житті.

Згідно з результатами PISA Україна посіла 39 місце в загальному рейтингу та 41 місце у рейтингу з природничо-наукової грамотності. Результати українських школярів у зіставленні з результатами їхніх однолітків із референтних країн [40, с. 52] (рис. 2) за трьома показниками базових видів функціональної грамотності загалом корелюють один з одним: середній бал українських учнів з природничо-наукових дисциплін становить 468,99, із читання – 465,95, а з математики – 453,12. Результати українських учнів із природничо-наукової грамотності виявились нижчими на 20 балів, ніж середнє значення по країнах ОЕСР.

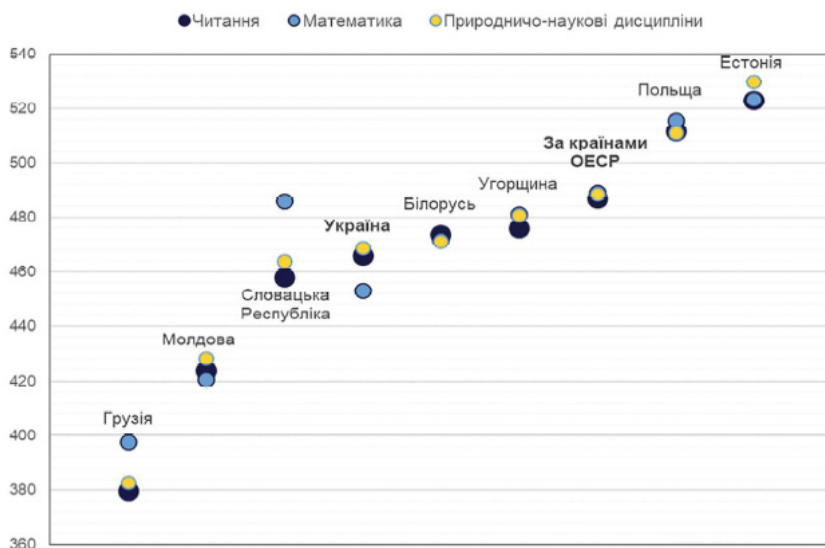


РИС. 2. УСПІШНІСТЬ УЧНІВ/СТУДЕНТІВ У ЧИТАННІ, МАТЕМАТИЦІ ТА ПРИРОДНИЧО-НАУКОВИХ ДИСЦИПЛІНАХ

Сформованість мінімальної грамотності з природничо-наукових предметів передбачає, що учні з таким її рівнем можуть використовувати елементарні знання для ідентифікації та пояснення простих наукових явищ у звичних контекстах, провести просте наукове дослідження, у межах якого необхідно оперувати лише двома змінними; здатні ідентифікувати прості причинно-наслідкові зв'язки та інтерпретувати графічні й візуальні дані. У середньому по країнах ОЕСР вимогам цього рівня відповідає успішність 16,5 % учнів, і лише в 5,8 % підлітків вона нижча. В Україні на цьому рівні перебуває 19,2 % учнів, а 7,3 % мають гірші результати.

У природничо-науковій грамотності розуміння основних фактів, понять і пояснювальних теорій, на яких ґрунтується наукове знання, є базовим компонентом. Таке знання включає знання фактів, об'єктів, процесів і закономірностей природного світу й технологічних артефактів (тобто знання наукового змісту), знання про те, яким чином наукові ідеї перевіряються, спростовуються чи під-

тверджуються в експерименті чи на практиці (знання процедур), і розуміння логічного обґрунтування цих процедур та їх використання (епістемне знання). У вимірюваннях PISA розподіл завдань між цими складниками такий: 61% припадає на базові знання, 28 % – на процедурні, 11 % – на епістемні знання.

Серед рекомендацій, які містить «Національний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2018» [40, с. 259–260], особлива увага у контексті підвищення рівня грамотності з природничо-наукових дисциплін приділяється включенню до програм підготовки вчителів методики формування в учнів умінь критично мислити, розробляти, проводити експерименти та аналізувати дані, обґрунтовувати висновки, застосовувати теорії в життєвих ситуаціях, працювати з новими даними.

Великого значення надається створенню та використанню вчителями під час уроків та тематичного контролю компетентнісно орієнтованих завдань, які мають відповідати таким вимогам:

- містити як текстову, так і інформацію у вигляді таблиць, діаграм, графіків, малюнків, схем («змішані» тексти);
- мають бути засновані на матеріалі з різних предметних областей (для знаходження відповіді учням потрібно інтегрувати різні знання й використовувати загальнонавчальні вміння, визначити спосіб порушення й вирішення проблеми);
- містити додаткову або надлишкову інформацію;
- завдання мають бути кластерними: складатися з великого блоку теорії, та декількох взаємопов'язаних запитань у різній формі;
- передбачати використання комп'ютерних симуляцій та імітаційних параметричних моделей.

Отже, домінантним у природничій освіті стає компетентнісний підхід. Її розвиток нині відбувається в умовах упровадження державних освітніх стандартів, демократизації, диференціації та профілізації навчання, інтегрування природничих предметів, гуманітаризації змісту й гуманізації процесу навчання, виокремлення інваріантного й варіативного компонентів. Усі ці напрями розробляються в Інституті педагогіки НАПН України, результатом чого є наукове обґрунтування й розроблення навчальних програм для основної і старшої профільної школи різних рівнів диференціації та реалізація їх у підручниках нового покоління.

3.2.1. Астрономія

Астрономічна освіта має давню історію. На теренах сучасної України упродовж XVI—XX ст. астрономію викладали в братських школах, класичних і реальних гімназіях, середніх загальноосвітніх школах [30]. У 1932–1991 рр. у школі був окремий навчальний предмет «Астрономія». За цей період його навчальну програму змінювали тричі (в 1932, 1969, 1986 роках).

На початку 80-х років XX ст. виникла ідея інтегрованого курсу «Фізика і астрономія». В Україні її втілив разом з колегами відомий учений-педагог О.І. Бугайов. Окрім навчальної програми і підручників (для 7, 8 та 9 кл.), для курсу «Фізика. Астрономія» було створено орієнтовне планування навчально-виховного процесу.

Проте брак у школі окремого курсу астрономії непокоїв як учителів, що викладали його ще за радянських часів, так і працівників різних педагогічних установ. За повернення астрономії в школу активно виступала Українська астрономічна асоціація.

Стимулом до вирішення питання стала Всеукраїнська конференція «Актуальні проблеми вивчення природничо-математичних дисциплін у загальноосвітніх навчальних закладах України» (травень, 1999 р.). На ній із доповіддю «Концепція викладання астрономії в середній школі України (обґрунтування і програма)» виступив директор Головної астрономічної обсерваторії НАН України, академік Я.С. Яцків [66].

Наступним кроком стало оголошення Міністерством освіти і науки України конкурсу навчальних програм з астрономії для старших класів за двома напрямками: для учнів загальноосвітніх навчальних закладів, гуманітарних класів ліцеїв (загальнокультурний рівень) і для учнів класів науково-природничого профілю (поглиблене вивчення). За його результатами у 2001 р. навчальні програми І.А. Климишина (загальнокультурного рівня) та О.М. Казанцева (поглибленого вивчення астрономії) були рекомендовані як експериментальні для використання у середніх загальноосвітніх навчальних закладах [53].

Курс астрономії, як окремий навчальний предмет, було поновлено в середній загальноосвітній школі в 2001 р. Типовий навчальний план на 2001/2002 н. р. передбачав на його вивчення 17 навчальних годин у загальноосвітніх і технологічних класах та 34 год у природничо-математичних класах. Щоправда, згідно з попереднім

здумом, на вивчення астрономії у загальноосвітніх і технологічних класах також передбачалося 34 навчальні години. Саме під такий обсяг було розроблено й навчальну програму (Климишин І.А.) та створено перший в незалежній Україні підручник з астрономії (Климишин І.А., Крячко І.П., 2002).

На початку 2000-х років було розроблено *Концепцію астрономічної освіти в Україні* [31]. У ній чітко та ґрунтовно викладено основні шляхи розбудови астрономічної освіти в нашій державі. Важливою умовою реалізації Концепції мала стати програма розвитку астрономічної освіти як комплекс заходів, спрямованих на розроблення практичних механізмів.

На жаль, Концепція досі є радше декларацією про наміри, а не документом для вироблення стратегії освітньої політики української держави у цій галузі.

З огляду на запровадження профільного навчання до типового навчального плану на 2003/2004 рр. згідно з наказом Міністерства освіти і науки України від 20.05.2003, № 306 було внесено зміни. Кількість навчальних годин, відведених на вивчення астрономії в універсальному, технологічному і спортивному профілях, мала становити 0,5 год, а на фізико-математичному і природничому профілях – 1 год. Водночас на філологічному, суспільно-гуманітарному та художньо-естетичному профілях вивчення астрономії як окремого предмета не було передбачено.

Істотні зміни у навчанні астрономії мали відбутися з огляду на запровадження 12-річної освіти. За Типовими навчальними планами для основної та старшої школи (наказ МОН України № 357 від 07.05.2007) на вивчення астрономії на рівні стандарту й академічному рівні відводилась одна навчальна година, а на фізичному профілі – 2 години. Проте цього не сталося у зв'язку зі скасуванням у 2010 р. переходу на 12-річне навчання.

У 2017 р. Міністерство освіти і науки України затвердило наказом № 1539 від 24.11. 2017 р. нові навчальні програми для 10–11 класів закладів загальної середньої освіти з навчального предмета «Фізика і астрономія». Згідно з Типовою освітньою програмою (наказ МОН № 406 від 20.04.2018 р.) на вивчення астрономії в 11 кл. на рівні стандарту та академічному рівні передбачено 0,5 год на тиждень, а на профільному рівні – 1 год на тиждень. Водночас навчальний план для 10–11 класів закладів загальної середньої освіти до Типової освітньої програ-

ми, затвердженої МОН наказом № 408 від 20.04.2018 р., передбачає на вивчення курсу «Фізика і астрономія» 3 год на тиждень в 10 класі та 4 год/тиждень в 11 кл. На цей предмет як профільний передбачено 6 годин на тиждень у 10 та 11 класах.

Отже, впродовж 2001–2021 рр. оновлення змісту навчання астрономії відбувалося чотири рази (2001, 2004, 2008 та 2017 рр.).

Важливим для шкільної астрономії є те, що астрономічний компонент освітньої галузі «Природознавство» був відображений в Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти (2004, 2011). Державний стандарт базової середньої освіти (2020) містить астрономічний складник природничої освітньої галузі. Цей складник має бути і в Державному стандарті профільної середньої освіти.

У квітні 2009 р. в Україні, відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України від 05.03.2009 № 214, було здійснено моніторингове дослідження з астрономічних знань учнів 5-х та 11-х класів загальноосвітніх навчальних закладів. Його мета – вивчення рівня сформованості в учнів світоглядних і загальнокультурних уявлень про небесні тіла та Всесвіт, а також виявлення найсуттєвіших проблем вивчення астрономії в школі. Для цього було проведено тестування учнів 5-х та 11-х класів, а також опитування вчителів щодо організаційно-методичних засад вивчення природознавства й астрономії [65].

Моніторинговим дослідженням було охоплено 79420 (10,2 % від загальної кількості) учнів (41824 п'ятикласників і 37596 одинадцятикласників) із 1691 загальноосвітнього навчального закладу (8,2 % від загальної кількості шкіл) з усіх областей країни.

За результатами виконання завдань було з'ясовано, що 11 % випускників досягли високого рівня навчальних досягнень, але лише 3,8 % з них виконали практично усі завдання. Середній і достатній рівень знань показали понад 80 % учнів. Водночас результати контрольної вибірки вказують, що лише 0,1 % учнів виконали всі завдання без помилок.

З огляду на результати моніторингового дослідження зроблено такі загальні висновки: учні 11-х класів мають середній та достатній рівень сформованості світоглядних і загальнокультурних уявлень про небесні тіла і Всесвіт. Але складними для розуміння учнів є природа окремих небесних тіл, наукові методи, з допомогою яких її визначають, а також питання, пов'язані з практикою астрономічних спостережень.

В опитуваннях, які регулярно пропонуються відвідувачам сайту «Астроосвіта» (<http://www.astroosvita.kiev.ua/>), було поставлено кілька запитань щодо проблем шкільної астрономічної освіти.

Відповіді на запитання «Чого бракує в астрономічній освіті України?» показано на рис. 3.

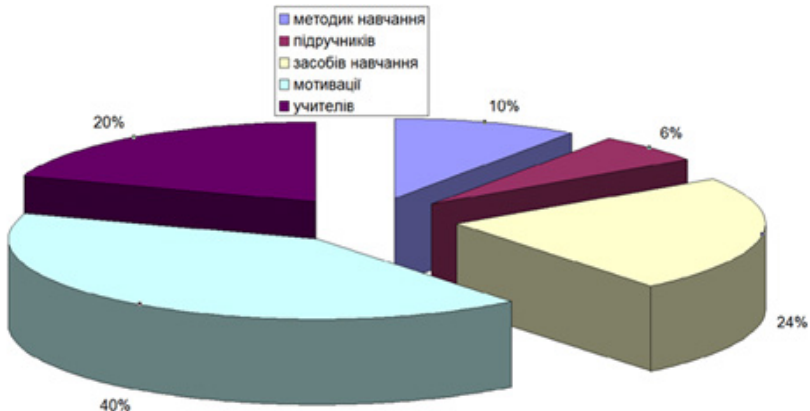


Рис. 3. Розподіл відповідей на запитання «Чого бракує в астрономічній освіті України?»

На рис. 4. показано відповіді на запитання «У старшокласників низька мотивація вивчати астрономію зумовлена:...»

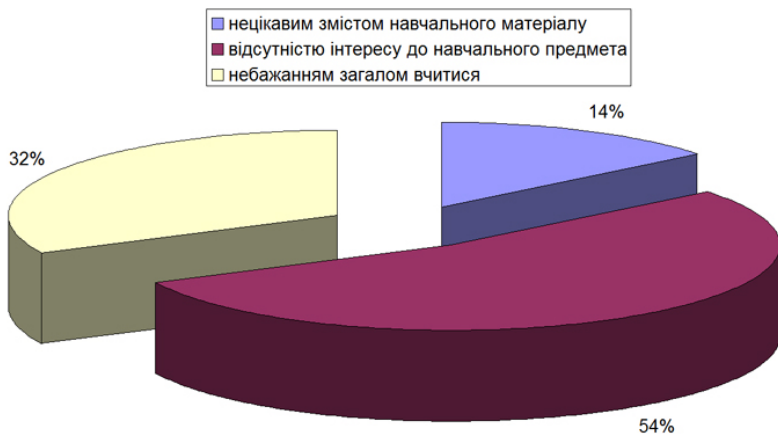


Рис. 4. Розподіл відповідей на запитання «Чим зумовлена у старшокласників низька мотивація вивчати астрономію?»

Розподіл відповідей на запитання «Учні не бажають вивчати астрономію, бо: ...» показано на рис. 5.

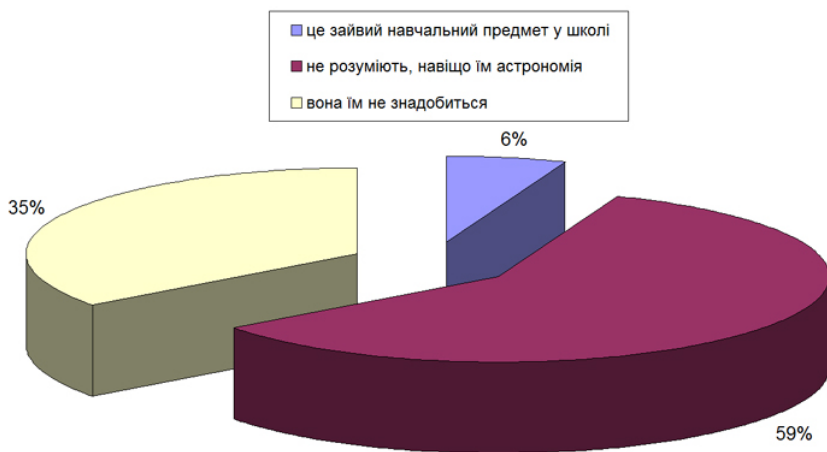


Рис. 5. Розподіл відповідей на запитання «Чому учні не бажають вивчати астрономію?»

З наведених рисунків видно: питання мотивації, як і наявність вчителя, є визначальними у справі навчання астрономії. Аналіз результатів моніторингових досліджень та опитувань, а також інформація про стан викладання астрономії в середніх загальноосвітніх закладах дають можливість визначити найактуальніші проблеми шкільної астрономічної освіти та напрями її розбудови.

Зокрема потребує якісного оновлення зміст навчання астрономії в закладах загальної середньої освіти та його реалізація в сучасних підручниках. Особливої актуальності набуває зосередження уваги на вивченні астрономічних явищ, які людина може спостерігати у щоденному житті; на розумінні причинно-наслідкових зв'язків між небесними об'єктами і явищами, що відбуваються у довкіллі; на опануванні питань, важливих з погляду загальної культури і світогляду кожної людини.

Зміст навчального предмета потрібно переглянути зокрема з урахуванням освітніх потреб здобувачів загальної середньої освіти, які не вивчатимуть астрономію на профільному рівні. Це має бути курс переважно описової астрономії (космографія) з акцентом на

буденні питання (що людина бачить на зоряному небі в різні пори року, реальні космічні загрози для людства, як ставитися до порад астрологів і навіть людству будувати базу на Марсі тощо). На часі є і запровадження курсу «Основи астрономії» або інтегрованого курсу «Космос» (астрономія, астрофізика, астробіологія, астрохімія та космонавтика). І тільки для профільного рівня залишити навчальний предмет «Астрономія» і нині чинну навчальну програму, що передбачає для його вивчення 2 год на тиждень.

Потрібно відійти від практики викладання в шкільному курсі астрономії фактів, гіпотез і теорій абстрактно, тобто відірвано як від життєвих потреб кожної окремої людини, так і від глобальних проблем людства, зокрема проблеми збереження життя на Землі.

Потребують покращення підготовка вчителів та рівень їхньої кваліфікації. На жаль, сучасна середня школа, за незначними винятками, практично позбавлена кваліфікованого вчителя астрономії. Серйозної корекції потребує підготовка майбутнього вчителя астрономії. Актуальною є проблема вдосконалення роботи відповідних факультетів (інститутів), а також створення (відновлення) кафедр методики викладання фізики і астрономії. Певною мірою цій справі могли б сприяти класичні університети, що мають кафедри астрономії. Випускники цих кафедр могли б поповнювати кадровий склад фізико-математичних факультетів педагогічних університетів. Актуальним також залишається й питання перепідготовки учителів астрономії. Таку роботу потрібно було чітко налагодити вже давно. Адаже відповідний потенціал для цього існує.

Потребує оновлення матеріально-технічна база та навчально-методичне забезпечення. Навчання астрономії має специфіку, оскільки астрономія – головно спостережна наука. Учні мають спостерігати зоряне небо і небесні світила. З різних причин це забезпечити кожній окремій школі складно. Але нині цьому сприяє інтернет, завдяки якому можна виконувати спостереження на телескопах з віддаленим доступом. Для цілей природничо-математичної освіти в Україні треба створити Віртуальну астрономічну навчальну обсерваторію (майданчик, що забезпечує доступ до спостережень зоряного неба та його об'єктів за допомогою віддалених телескопів) та цифрове науково-навчальне й інформаційне астрономічне середовище, наповнене різноманітними навчальними об'єктами.

Актуальними для шкільної астрономічної освіти також є питання контролю й оцінювання результатів навчання та поступове і неперервне формування основних астрономічних понять починаючи з початкової школи. Завдання астрономічного змісту досі не знайшли місця в тестах для проведення зовнішнього незалежного оцінювання, зокрема й з фізики. Водночас без оцінювання результатів навчання годі ставити питання про існування навчального предмета як такого.

До 2012 року існувала практика, коли державну підсумкову атестацію в старшій школі проводили з трьох предметів: української мови та літератури, профільного предмета та предмета за вибором. Це давало змогу хоча б тим учням, які прихильно ставилися до вивчення астрономії, вибирати цей навчальний предмет за вибором.

На сучасному етапі розвитку шкільної освіти одним із можливих варіантів розв'язування проблеми оцінювання результатів навчання астрономії може бути включення відповідних питань до завдань ЗНО з фізики.

Окремий курс астрономії традиційно викладається в старшій школі, а початкова і базова школа надають лише окремі, розрізнені астрономічні знання. Такий підхід явно застарілий і вже давно не відповідає вимогам часу та запитам учнів. Очевидно, що починаючи з першого класу потрібно поступово формувати основні астрономічні поняття, що мають становити певну систему, спрямовану на формування базових предметних компетентностей. Для цього астрономічний зміст має бути в таких навчальних предметах як природознавство, географія, фізика, історія та інших. Але цього досі немає, тому й предметна компетентність з астрономії учнів, які здобули базову освіту, низька.

На це вказують і результати міжнародного дослідження PISA. У ньому беруть участь 15-річні школярі, тобто ті, які опановують освіту на базовому рівні. В Україні такі учні здобувають астрономічні знання лише фрагментарно у початковій школі, а також у 5 класі (навчальний предмет «Природознавство»). Тому українським учням складно продемонструвати компетентності в частині астрономічного знання під час виконання завдань PISA.

3.2.2. Біологія

За досить короткий період (2000–2020 рр.) біологічна освіта зазнала значних змін, співзвучних становленню в цей період нових соціально-освітніх взаємин в Україні й докорінній перебудові змісту шкільної освіти. Було започатковано формування ключових і предметних компетентностей як основної освітньої мети, активізувалися процеси гуманізації, гуманітаризації, інтеграції й фундаменталізації змісту освіти, посилення його практичної і творчої складової. Все це детерміновано відповідним нормативно-правовим забезпеченням та навчальними програмами, створюваними на його основі.

У XXI столітті було розроблено державні стандарти середньої освіти трьох поколінь (2004, 2011, 2020). Результати аналізу стандарту 2004 року свідчать про знанневу зорієнтованість біологічної компоненти освітньої галузі «Природознавство», оскільки вона стосується переважно предметного змісту з домінуванням традиційної для радянської школи мети навчання біології – формування теоретичних знань [24]. Результати навчання лише фрагментарно доповнено ціннісними елементами змісту (оцінювати наслідки впливу людини на природні екосистеми та небезпечність впливу факторів середовища і власної поведінки на особисте здоров'я й здоров'я наступних поколінь, використовувати екологічні знання у власній діяльності). Їх можна трактувати як початки переорієнтації біологічної освіти на компетентнісну основу.

У Держстандарті 2011 року спостерігається відхід від стандартизації навчальних тем і обсягу знань до стандартів результатів, серед яких чільне місце посіли компетентності [25]. Згідно з цим документом біологічний складник природничої освіти зазнав суттєвих змін:

- у меті акцентовано увагу на формуванні не тільки біологічних знань, а й відповідних умінь, включаючи уміння застосовувати знання у щоденному житті та в майбутній професійній діяльності; передбачено оцінювання ролі біологічних знань для суспільного розвитку, перспектив розвитку біології як науки та її значення у забезпеченні існування біосфери, що свідчить про орієнтованість біологічної освіти на розвиток аксіосфери здобувачів загальної середньої освіти;
- у змістовому аспекті спостерігається посилення практичної зорієнтованості навчального матеріалу, а також його еколо-

гічного наповнення. Має місце укрупнення змістових ліній, поглиблення навчального матеріалу про рівні організації живої природи, включення елемента змісту «Загальні властивості живих систем», що характеризується вищим ступенем узагальнення і зменшує обсяг змісту за рахунок «згортання» емпіричного знання у теоретичне;

- у вимогах до рівня загальноосвітньої підготовки вилучено «уявлення», а очікувані результати освіти виражені через компетентності, які орієнтують на те, що учень «знає і розуміє» (на противагу тільки знанням у попередньому стандарті), «уміє й застосовує», «виявляє ставлення й оцінює»;
- ціннісні установки біологічного складника освітньої галузі «Природознавство» зафіксовано у меті як «розуміння біологічної картини світу, цінності таких категорій як знання, життя, природа, здоров'я, формування свідомого ставлення до екологічних проблем, усвідомлення біосферної етики», а також у Державних вимогах до рівня загальноосвітньої підготовки у форматі «оцінювати», «виявляти ставлення», «висловлювати судження».

Порівняльний аналіз змісту біологічного складника державних стандартів першого (2004) та другого (2011) покоління показав, що, по-перше, у стандарті першого і більшою мірою другого покоління зроблено акцент на розвитку особистості, особистій значущості і практичній орієнтованості змісту біологічної освіти, формуванні ціннісних ставлень; по-друге, в обох держстандартах відбулася трансформація «стандарту-мінімуму», що уособлював обов'язковий мінімум змісту освіти у проекті, до «стандарту-рівня» (2004, 2011) з огляду на появу структурного елемента «Державні вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки учнів».

З прийняттям Концепції Нової української школи у 2016 році в історії стандартизації освіти розпочався новий етап, що ознаменувався трансформацією розуміння поняття «освітній стандарт» [43]. Підтвердженням цього є те, що Державний стандарт базової середньої освіти (2020) уніфікує зміст через групи обов'язкових результатів навчання здобувачів освіти [26].

У природничій освітній галузі, характеристики якої подано в цьому держстандарті, мають місце такі інновації: немає виокремлення біологічного та інших складників, що донедавна детерміну-

вали зміст відповідних природничих навчальних предметів; вимоги до результатів навчання визначено з урахуванням компетентнісного підходу до навчання, їх основою виступають ключові компетентності, а самі вимоги окреслюють, що учень (учениця) *виявляє, пропонує, усвідомлює*, як діє й використовує наукові надбання, природні й ресурси та інформаційні технології задля розв'язання проблем природничого змісту.

Модернізація біологічної освіти в Україні перебуває під впливом наукових досліджень і реформ, що відбуваються у світовій освітній практиці. Вони зумовили істотні зміни в меті, структурі, змісті біологічної освіти, гармонізації програмних вимог до навчання учнів у частині запитів суспільства й освітніх потреб самої дитини. З огляду на це компетентнісний підхід став орієнтиром синтезу знань, розкриття спільного в об'єктах пізнання, здійснення міжпредметних узагальнень, посилення практичної орієнтованості змісту, формування у здобувачів середньої освіти потреби у неперервній освіті.

Держстандарт першого покоління (2004) і навчальна програма з біології, створена на його основі (2005), лише елементарно стосувались компетентнісного підходу. Зокрема у стандарті освітньої галузі «Природознавство» одним із завдань було поглиблення компетентності в окремих предметних галузях знань, які визначають подальший життєвий шлях учнів (продовження навчання, вибір професії тощо).

У програмі з біології 2005 року основною функцією навчально-го предмета «Біологія» визначено «формування ключових компетенцій, яких потребує сучасне життя» [3]. У процесі аналізу програми з'ясовано, що елементи компетентнісного підходу простежуються у завданнях шкільного предмета «біологія» (наприклад, оволодіння технологією прийняття рішень, вільного вибору і дій у різних сферах життя тощо). Однак вони не мали продовження у рубриках програми «Зміст навчального матеріалу» і «Державні вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки учнів». Водночас у критеріях оцінювання навчальних досягнень учнів з біології серед показників високого рівня виявлено ціннісний складник біологічної компетентності – здатність оцінювати біологічні явища (11 балів), виявляти особисте ставлення до них (12 балів).

У Держстандарті 2011 року вперше з'явилися тлумачення понять «компетентність», «ключова компетентність», «предметна

компетентність»; для опису предметної біологічної компетентності в результатах навчання використано ключові поняття: «знає і розуміє», «уміє й застосовує», «виявляє ставлення й оцінює». Проте лише в у 2017 році в оновленій навчальній програмі з біології для 6–9 класів знання, способи діяльності, цінності зазнали трансформації у компоненти предметної біологічної компетентності (знаний, діяльнісний, ціннісний), виокремлені в очікуваних результатах пізнавальної діяльності учнів [4]. У цій програмі, а також у програмах з «Біології і екології» для 10–11 класів рівня стандарту і профільного рівня (2017) подано компетентнісний потенціал цих навчальних предметів, що характеризує їх внесок у формування ключових компетентностей [37].

Аналіз цих програм показав їх орієнтованість на формування предметної біологічної компетентності, у складниках якої подано очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів.

Схвальним є те, що після оновлення у 2017 році навчальної програми з біології (6–9 класи) зменшено частку предметних знань завдяки визначенню опційних елементів змісту, які можуть вивчатися на розсуд вчителя. У змісті шкільної біології знайшли відображення нові положення, ідеї, концепції, теорії, факти, відібрані з сучасної біологічної науки й педагогічно адаптовані до учнівської аудиторії.

Аналіз взаємозв'язку між розвитком біології та формуванням сучасного змісту біологічної освіти дає можливість з'ясувати два напрями детермінуючого впливу біологічної науки на змістотворення шкільного предмета біології. Це безпосереднє відображення теоретичних положень науки у змісті освіти в міру реновації біологічного знання виступає чинником оновлення змісту шкільного курсу біології. Так, при його розробленні використано системний підхід як один із сучасних методологічних принципів біології, що дає змогу вивчати складно організовані об'єкти живої природи як відкриті саморегульовані системи. Зокрема, у державних стандартах (2004, 2011) зазначено орієнтацію біологічного компонента освітньої галузі «Природознавство» на засвоєння учнями знань про закономірності функціонування живих систем, їх розвиток і взаємодію, взаємозв'язок із неживою природою. Передбачено засвоєння знань про загальні властивості живих систем і сучасну систему органічного світу, дослідження стану екосистем, підведення учнів до розуміння, що будь-який організм є цілісною біологічною системою.

Хоча виявлено і розбіжності. Так, Державним стандартом 2004 року передбачено вивчення особливостей хімічного складу живих систем в основній школі [24], стандартом 2011 року – у старшій [25]. У першому стандарті до надорганізованих систем віднесено популяцію, вид, екосистему, біосферу, а в другому стандарті з цього переліку виключено вид.

У державних стандартах 2004 та 2011 років зміст побудовано на основі змістових ліній. Ці лінії визначали логіку побудови змісту з позиції біологічної науки, однак не завжди враховувалося можливість та інтереси дитини, розуміння нею значущості засвоюваного змісту.

На відміну від Держстандарту 2004 року, у стандарті 2011 року в біологічному компоненті освітньої галузі «Природознавство» було зменшено обсяг знань, збільшено частку умінь, включено загальнонавчальні уміння (прогнозувати, проектувати, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки тощо), додано ціннісний компонент «виявляти ставлення, оцінювати, висловлювати судження».

Імплементация ідей стандартів у навчальних програмах відбувалась із дотриманням принципів системного підходу – цілісності та ієрархічності. Принцип цілісності дав можливість позиціонувати біологічні об'єкти як цілісну систему, що функціонує в тісному зв'язку з навколишнім середовищем. Водночас цей принцип дає змогу виокремити елементи системи, вивчити їх властивості й функції, а також з'ясувати механізми взаємодії елементів у межах цілого.

Реалізація ієрархічного принципу системного підходу забезпечувала розкриття зв'язків між системами різних рівнів організації, що має виняткове значення для формування в учнів образу живої природи. На основі цього принципу побудовано послідовність розділів навчальних програм з біології, де першими вивчаються нижні рівні ієрархії біосистем – клітини, адже вони є основою і складниками біосистем наступних рівнів життя.

Як показав аналіз навчальних програм з біології, упродовж 20 років зберігається традиція конструювання змісту біологічної освіти в основній школі (6–9 або 7–9 класи) за лінійно-концентричним принципом [2; 3].

Але існує відмінність між змістовими лініями, навколо яких генерується навчальний матеріал у кожному поколінні програм. Найбільшим рівнем генералізації вирізняється навчальна програма 2013 року, що була розроблена на засадах особистісно орієнтованого, діяльнісного і

компетентнісного підходів відповідно до Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти 2011 року [46].

Зміст цієї програми вказує на радикальні зміни у шкільній біологічній освіті:

1) вперше вивчення всіх структурних розділів (рослини, гриби, бактерії, тварини, людина, основи системної біології – сучасний аналог загальної біології) здійснюється в основній школі у 6–9 класах (раніше загальна біологія вивчалася в 10–11 класах, а біологію з 2007 починали вивчати з 7 кл.);

2) відбулося збільшення й урізноманітнення практичної частини курсу: не лише практичні й лабораторні роботи, а ще й лабораторні дослідження, дослідницькі практикуми, проекти;

3) здійснено екологізацію змісту всіх розділів.

У цій програмі здійснено генералізацію навчального матеріалу навколо біологічних ідей і теоретичних узагальнень (таб. 4)

Таблиця 4.

Ідеї, навколо яких генералізується навчальний матеріал у навчальних програмах з біології (2001, 2005 і 2013 рр.)

Біологічні ідеї та теоретичні узагальнення		
2001	2005	2013
<ul style="list-style-type: none"> - <i>різнорівнева організація живої природи</i> - <i>цілісність і саморегуляція живих систем</i> - <i>ідея еволюції</i> - <i>взаємозв'язок будови і функції</i> - <i>взаємозв'язок організму і довкілля</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>рівні організації живої природи</i> - <i>зв'язок будови і функцій організмів</i> - <i>історичний розвиток органічного світу</i> - <i>різноманітність організмів</i> - <i>екологічні закономірності</i> - <i>цілісність і саморегуляція живих систем</i> - <i>зв'язок живих систем і живої природи</i> - <i>зв'язок людини і природи</i> 	<p>змістові лінії:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>різноманітність та еволюція органічного світу</i> - <i>біологічна природа й соціальна сутність людини</i> - <i>рівні організації живої природи</i>

Проведене у 2017 році оновлення навчальної програми з біології для 6–9 класів позначилося на її змісті виокремленням 40% опційного матеріалу (необов'язкового навчального матеріалу, що може вивчатися за вибором учителя), розкриттям компетентнісно-

го потенціалу навчального предмета «Біологія», вираженням очікуваних результатів навчання через компетентності, характеристикою наскрізних змістових ліній [4].

У 2013 році на зміну системно-структурному й функціональному підходам до конструювання змісту біологічної освіти в основній школі прийшли функціонально-цілісний, системно-структурний, екологічний, історичний і порівняльний підходи. Проте ця новація, вказана у пояснювальній записці, здебільшого залишилася декларативною, оскільки для її успішної реалізації бракувало навчального часу. Про це свідчать аналіз основної частини програми, де визначено державні вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки учнів, зміст навчального матеріалу і час на його опанування, а також аналіз підручників для 6–9 класів, інтерпретація результатів опитування вчителів біології.

Під час створення у 2017 році навчальних програм рівня стандарту і профільного рівня для 10–11 класів склалася схожа ситуація. В основу виокремлення тем покладено принцип функціональних ознак життя, які є універсальними критеріями живої природи, задля того, щоб сформувати цілісну системну картину явища. Це був новаційний і прогресивний підхід, але змістове наповнення тем і дефіцит навчального часу на їх вивчення стали причиною того, що підхід не здобув підтримки серед учителів-практиків.

В усіх навчальних програмах з біології різних років дотримано принципу науковості. Детермінуючим впливом досягнень біологічної науки на формування змісту біологічної освіти є включення до нього понять, пов'язаних з новітніми науковими здобутками. Наприклад, у 2001 році до програми з біології (11 клас) уведено поняття трансгенних організмів, генетично модифікованих продуктів, з 2005 року програмами біології для старшої школи передбачено ознайомлення учнів із цитотехнологіями, використанням їх для діагностування й лікування захворювань людини, із значенням вивчення каріотипу для діагностування і профілактики спадкових хвороб людини, з можливостями й перспективами використання клонування, гісто- та ембріотехнологій тощо. У 2017 році у змісті теми «Поведінка тварин» (7 клас) з'являються поняття елементарної розумової діяльності, хомінгу, інформація про типи угруповань тварин за К. Лоренцем.

Сучасні досягнення біологічної науки найбільш повно представлено у програмах з біології для профільного рівня, як-от: принципи біоетики, біоетичні проблеми і результати програми «Геном

людини», основні напрями та перспективи розвитку космічної біології та «greenchemistry» (безпечної для довкілля хімії), моніторинг, інвентаризація біорізноманіття та складання екологічного прогнозу, поняття кладистики, монофілетичного і парафілетичного таксону, сучасна систематика еукаріотичних організмів.

Розглянуті приклади підтверджують, що знаннєвий компонент змісту біологічної освіти у програмі 2017 року сформовано з урахуванням досягнень біологічної науки.

У контексті концепції Нової української школи знання мають виступати засобом формування загальнонавчальних і предметних умінь, ціннісних ставлень. Але проведене у 2017 році оновлення навчальних програм з біології для 6–9 і розроблення програми з предмета «Біологія і екологія» для 10–11 класів (рівня стандарту і профільного рівня) не уникло домінування знаннєвого складника змісту.

Позитивним стало те, що у програмі базової школи збережено традицію вітчизняної школи – структурування навчального матеріалу навколо таких провідних біологічних ідей: рівні організації живої природи, зв'язок будови і функцій організмів, історичний розвиток органічного світу, різноманітність організмів, екологічні закономірності, цілісність і саморегуляція живих систем, зв'язок живих систем і неживої природи, зв'язок людини і природи.

У навчальних програмах для 10–11 класів (2017) відібрано теми з дотриманням принципу функціональних ознак життя, які уможливають формування цілісної системної картини цього явища. Також до програм включено знання з різних розділів сучасної біології (генетики, біотехнології, систематики, кладистики тощо). Такі підходи ілюструють дотримання принципу науковості. Водночас маємо підстави констатувати певну прогресивну трансформацію цього принципу, пов'язану з новим очікуваним результатом навчання біології школярів – уміння відрізнити наукові знання від псевдонаукових, критично ставитись до інформації біологічного змісту, яку учні отримують за межами школи.

Гуманітаризація освіти зумовила орієнтацію змісту навчальних програм з біології на виявлення особистісних смислів та емоційних вподобань учнів. Цим пояснюємо включення до змісту підручників біології, створених на основі програм, стимулів апперцепції, альтернативних трактувань виучуваних явищ, варіантів засобів і способів опанування змісту. Гуманітаризація орієнтує шкільну біологію

також на виявлення інтересів і здібностей кожного здобувача загальної середньої освіти, стимулювання його самостійної навчальної діяльності, створення умов, за яких досягається опанування загальнолюдської і національної культури. Цьому сприяють диференціація (включно з виокремленням інваріантного й варіативного складників), інтеграція, екологізація змісту біологічної освіти.

Гуманістична концепція освіти зумовила модернізацію змісту біологічної освіти на основі врахування практичної і наукової актуальності знань, їх значущості для суспільства загалом і кожної особистості зокрема. З метою забезпечення завершеності, функціональної повноти базової біологічної освіти здійснено перехід до концентричної побудови навчального предмета «Біологія» в 6–9 класах. Але при цьому недостатньо враховано вікові можливостей учнів опанувати біологічні знання в 9 класі: складними для розуміння і засвоєння учнями є загальнобіологічні закономірності, поняття генетики, біохімії і молекулярної біології [4].

Здійснена на підставі положень державних стандартів екологізація змісту біологічної освіти у навчальних програмах спрямовується на формування екологічної грамотності учнів і сприяє усвідомленню цілісності природи, її єдності з людиною, становленню ціннісних орієнтацій щодо поведінки в довкіллі, а також підготовці до життєдіяльності без шкоди собі, іншим людям, довкіллю.

Упродовж двадцяти років трансформації зазнали не лише зміст біологічної освіти, а й навчальне навантаження. Зіставлення кількості годин на вивчення біології учнями 6–9 класів у XXI столітті (таб. 5).

Таблиця 5.

Динаміка навчального часу на вивчення навчального предмета «Біологія» у 6–9 і 7–9 класах (2001–2017)

Роки	Кількість годин на тиждень у 6–9 класах			
	6	7	8	9
2001	2	2	2	1,5
2005	-	2	2	3
2013	2	2	2	2

Таблиця свідчить, що на рівні базової середньої освіти відбувалися незначні коливання у розподілі годин у межах предмета «Біологія». Здебільшого це було пов'язано із вивченням пропедевтичного курсу «Природознавство» (тільки у 5 класі чи у 5–6 класах).

Порівняно з попереднім десятиліттям констатуємо зменшення кількості годин на вивчення біології з 2024 року: Типовою освітньою програмою для 5–9 класів закладів загальної середньої освіти передбачено вивчення біології в 7–9 класах (цикл предметного навчання) по 2 години на тиждень [60]. Це пов'язано з уведенням інтегрованих курсів «Пізнаємо природу» і «Довкілля» як першого концентру природничої освітньої галузі в адаптаційному циклі (5–6 класи).

Більш виразними за останні десятиліття є зміни в розподілі навчального часу на вивчення біології у старшій школі. З 2001 року за напрямками підготовки години розподілялись таким чином: гуманітарний – по 1 годині в 10 і 11 класах, природничий – 2 години в 10 класі і 3 години в 11 класі. З 2005 року навчальні години було розподілено за профілями навчання: природничий профіль – 3 години, спортивний – 2 години, універсальний, філологічний, суспільно-гуманітарний, художньо-естетичний – по 1 годині.

Зазначені зміни були зумовлені динамічними процесами упровадження профільної освіти, а також переходом у 2010 році від 12-річного до 11-річного терміну навчання. Наслідком такої ситуації стало скорочення, ущільнення й перевантаження змісту біологічної освіти в 10–11 класах, розрахованого на трирічний термін опанування в 10–12 класах. З 2011 року розпочалося і тривало до 2017 року вивчення біології на трьох рівнях змісту освіти (таб. 6).

Таблиця 6.

Розподіл годин на вивчення навчального предмета «Біологія» за рівнями змісту освіти (2011–2017)

Рівень змісту	Біологія		Екологія	
	10 клас	11 клас	10 клас	11 клас
Рівень стандарту	1,5	1,5	-	0,5
Академічний рівень	1,5	1,5		
Профільний рівень	5	5	2	2

Станом на 2017 рік у старшій школі вилучено академічний рівень, введено навчальний предмет «Біологія і екологія» як базовий (рівень стандарту) – по 2 год в 10–11 класах, як профільний (профільний рівень) – по 5 год в 10–11 класах. Згідно з навчальним планом для 10–11 класів закладів загальної середньої освіти з експериментальними інтегрованими курсами вивчення біології як навчального предмета не передбачено [61].

XXI століття для всієї шкільної освіти ознаменувалося новим підходом до оцінювання результатів навчання випускників шкіл. З 2008 року державна підсумкова атестація з біології випускників шкіл у відбувається у формі зовнішнього незалежного оцінювання. Програма ЗНО результатів навчання з біології, здобутих на основі повної загальної середньої освіти, вирізняється більшою стабільністю порівняно з динамічними змінами навчальних програм з біології для 6–11 класів.

Завдання сертифікаційної роботи відображають зміст усіх розділів і тем навчальних програм з біології для закладів загальної середньої освіти [45].

Як показав аналіз, попри компетенізацію освіти, у сертифікаційних роботах з біології немає компетентісно орієнтованих завдань. Лише у 2020 і 2021 роках до сертифікаційних робіт з біології включено окремі елементи таких завдань.

Зіставний аналіз кількості учасників ЗНО з біології за останні 6 років свідчить про брак чіткої тенденції у виборі випускниками цього виду ЗНО (таб. 7). Так, динаміка була найвищою у 2017 і 2021 роках, тоді як у 2018, 2019 і 2020 вона тяжіла до зменшення. Такі коливання більшою мірою зумовлені суб'єктивним чинником – намірами випускників ЗЗСО продовжувати навчання у закладах вищої освіти за вибраним фахом, ніж об'єктивним – зміною навчальних програм.

Між тим, упродовж останніх 5 років спостерігається тенденція до зростання кількості тих, хто успішно склав ЗНО з біології (табл. 7). Показник 2021 року – найвищий.

Таблиця 7.

Кількість учасників ЗНО з біології і частка тих, хто успішно його склав (2016–2021 рр.)

Роки	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Кількість учасників	69387	82897	76535	76020	74402	82854
Частка тих, хто склав успішно, %	79,8	87,1	91,6	91,1	94,5	96

Аналіз результатів виконання сертифікаційних робіт з біології показав, що завдання, які потребують застосування знань у нестандартній ситуації, оцінювання і прогнозування біологічних процесів, виконуються учасниками ЗНО набагато гірше, ніж інші [46].

Про ефективність природничо-наукової освіти загалом і біологічної освіти зокрема дають змогу висновувати результати міжнародних порівняльних моніторингових досліджень. Українські школярі за часів незалежності брали участь у трьох таких дослідженнях: у міжнародній програмі оцінювання якості природничо-математичної освіти TIMSS (2007 і 2011 рр.) і в міжнародному дослідженні якості освіти PISA (2018).

Результати вимірювання за проєктом TIMSS–2007 показали домінування знанневої підготовки українських учнів з біології над практико-орієнтованою. До проблем у біологічній підготовці учнів восьмих класів відносять: недостатнє володіння методологічними вміннями, низький рівень умінь застосовувати здобуті знання у ситуаціях, наближених до реального життя. Це свідчить, що за змістом навчального матеріалу і вимогами до його засвоєння програми з біології для основної школи (2001, 2005) не повною мірою було забезпечено підготовку восьмикласників до виконання завдань міжнародного тесту. Українські школярі виявилися недостатньо обізнаними щодо проблем здорового способу життя і навколишнього середовища, погано орієнтувалися в ролі біологічної науки в житті окремої людини і людства загалом. Частково це пояснюється тим, що з навчальним матеріалом із біології людини, екології, еволюції, спадковості й мінливості, глобальних проблем біосфери українські восьмикласники не обізнані, адже вивчення їх передбачено у 9–11 класах.

Виконання українськими школярами завдань відкритого типу (передбачають надання розгорнутої відповіді) виявило невисокий рівень сформованості їхніх комунікативних умінь.

Участь України в TIMSS дала можливість виявити недоліки змісту шкільної біологічної освіти: слабку практичну орієнтованість і відірваність від реалій життя, що оточує школяра, дефіцит уваги до методологічної складової і формування навичок роботи з інформацією, представленою в різних формах (текстах, таблицях, діаграмах, схемах, графіках тощо).

На основі узагальнення й інтерпретації здобутих результатів моніторингового дослідження TIMSS–2007 робочою групою, яка здійснювала аналіз результатів дослідження з біології та підготовку звіту на національному рівні, розроблено рекомендації щодо вдосконалення процесу навчання біології. Як засвідчив аналіз програми з біології (2013), орієнтованої на завершення вивчення біології в основній школі, ці рекомендації було враховано під час її створення. Насамперед це стосується розширення практичної частини (на неї відведено орієнтовно 35% навчального часу): традиційні практичні й лабораторні роботи доповнено лабораторними заняттями й дослідницькими практикумами. Цільове призначення такої новації – опанування учнями дослідницьких умінь (спостерігати, описувати, виділяти істотні об'єкти біологічних об'єктів, працювати з лабораторним обладнанням тощо), здатністю до застосування теоретичних знань на практиці, використання експерименту для здобуття нових знань. Водночас у змісті залишалася збідненою інформація, що стосується планування й проведення експерименту, висування гіпотез і шляхи її підтвердження, формулювання висновків.

Загалом у XXI столітті в розвитку шкільної біологічної освіти відбувалися неперервні зміни, у ході яких помітної трансформації зазнали зміст, очікувані результати навчання, навчальне навантаження. Помітним є поступ у розробленні різнорівневих навчальних програм, створенні навчально-методичного забезпечення до кількох лінійок підручників з біології.

Важливими здобутками шкільної біологічної освіти стали: перехід біологічної освіти від унітарності до варіативності, посилення практичної спрямованості змісту, різноманітність методичного супроводу, розширення спектру методичних прийомів, педагогічних технологій і свобода вчителя в їх виборі та використанні.

Для досягнення основного результату освітнього процесу з біології – розвитку особистості й формування компетентностей учнів – у подальшому потребують розв'язання такі проблеми:

- розроблення цілісної концепції шкільної біологічної освіти у світлі компетентнісної парадигми;
- організація самостійної роботи учнів у позаурочний час;
- створення сучасного навчально-методичного забезпечення освітнього процесу, яке врахує відповідність змісту очікуваним

-
-
- результатам навчання, зоріентує на широке використання ІКТ, формування в учнів умінь проектно-дослідницької діяльності;
- втілення принципу дитиноцентризму;
 - завчасна підготовка всього необхідного для здійснення профільної середньої біологічної освіти;
 - у методичному плані доцільно використовувати ідеї не лише зарубіжного досвіду, а й вітчизняного, як от: проведення уроків серед природи, модульно-розвивальне навчання, систематичне й реальне дотримання краєзнавчого принципу, відображення здобутків вітчизняної біологічної науки, їх значення для пізнання природи і розвитку сучасних технологій, а також впливу на довкілля, здоров'я і добробут населення планети;
 - збільшення частки особистісно і суспільно значущої діяльності учнів, що сприятиме набуттю ними досвіду прийняття рішень щодо природи і реальному внескові в її збереження;
 - посилення методологічної складової, практичної орієнтації навчального експерименту, прикладного наповнення змісту біологічної освіти.

3.2.3. Географія

Географія як наука за своїм змістом є комплексною та інтегрованою. Ця особливість знайшла відображення й у меті та змісті навчання географії в школі. З одного боку, цей предмет містить фізико-географічний складник (явища та зміни в природі), а з іншого – соціально-географічний (поєднує економіку, суспільні дисципліни тощо). Відтак вивчення навколишнього середовища та природних явищ здійснюється з використанням універсального інструментарію: дослідження, прогнозування та моделювання. Опановані учнями під час вивчення природничих предметів знання про природу і людство на планеті Земля географія об'єднує в єдину наукову картину світу. Саме тому шкільна географія є базовим світоглядним навчальним предметом у закладі загальної середньої освіти.

Активна розбудова шкільної географічної освіти розпочалася на початку 1990-х рр. Змінилися підходи до вивчення географічних

курсів, зумовлені перетвореннями, що відбулися в суспільстві. У 1992 р. були створені нові програми з географії для денних і вечірніх шкіл. Інтеграція й глобалізація соціальних, економічних процесів, розбудова української держави потребували модернізації освітнього простору, активізували проблему варіативності змісту шкільної географічної освіти. Запроваджуються варіативні програми з географії та нові географічні факультативи. Так, за однією з моделей у 7–8 класах вивчалася географія материків та океанів, у 9–му класі – курс “Географія України”. За іншою – 7–му класі – географія материків та океанів, у 8–9–му класах – курс “Географія України”.

Із 1997 р. у класах географічного профілю та у класах із поглибленим вивченням цього предмета географія стала викладатися за спеціальними програмами (“Програми факультативів і спецкурсів з географії та основ економіки”, “Програми з географії для профільних класів” тощо).

Проте недостатнє навчально–методичне забезпечення освітнього процесу ускладнювало можливість реалізації ідеї варіативності шкільної географічної освіти. Суттєвим недоліком навчальних програм з географії, створених у другій половині 1990-х рр., була невідповідність більшості з них запровадженій системі обов’язкового тематичного оцінювання. Це зумовило необхідність конкретизації та уніфікації системи вимог до знань і вмінь учнів з географії. Було розроблено та включено до навчальних програм критерії оцінювання знань і вмінь учнів за 12-бальною шкалою з детальним аналізом конкретної оцінки сформованих теоретичних знань та практичних умінь і навичок учнів за наявними освітніми рівнями.

Були зроблені важливі кроки щодо модернізації практичного складника навчання географії. Зокрема, системи практичних робіт до курсів географії, яка потребувала вдосконалення (окремі роботи були розраховані для певних типів шкіл, наприклад, сільських, та не могли бути повноцінно реалізовані в інших, тоді як всі практичні роботи мали спрямовуватись на розвиток різнопланових географічних умінь і навичок учнів).

Із 1999/2000 навчального року здійснюється узгодження структурних варіантів вивчення географії у 7–9 класах. В усіх загальноосвітніх закладах України курс “Географія материків і океа-

нів” вивчається за один рік у 7 класі, тоді як курс “Географія України” – у 8–9 класах. Отже, у збірнику навчальних програм виявилися зайвими програми першого структурного варіанта. Багато проблем виникало також з огляду на те що з кожним наступним перевиданням кількість запропонованих авторських програм для вивчення окремих географічних курсів збільшувалася. Відповідно до програм з часом з’явилися й нові підручники та посібники, що давало вчителю можливість зіставити їх під час апробації та вибрати найкращі. Однак реально у шкільній практиці використовувалися лише ті підручники, якими централізовано була забезпечена кожна окрема школа. Тому не було можливості об’єктивно зіставити їх у навчальному процесі. Отже, на практиці вчителі змушені були вибирати програму відповідно до наявних у школі підручників географії. Якщо зіставляти різні авторські програми для вивчення конкретного курсу географії, можна зробити висновок, що концептуально вони майже не різняться: програми мають єдину науково обґрунтовану структуру й послідовність вивчення основних розділів і тем. Відмінності стосувалися лише окремих тем, орієнтовного розподілу годин, змісту та кількості запланованих практичних робіт. Виникла необхідність створення однієї навчальної програми конкретного курсу з урахуванням позитивних елементів окремих авторських програм.

Отже, у другій половині 1990-х рр. ХХ ст. завершився початковий етап формування шкільної географічної освіти незалежної України. Хоча географічна освіта в школі певним чином втратила свої позиції за рахунок вилучення у навчальних планах з переліку предметів для обов’язкового вивчення курсу “Рідний край” у 5 класі та зменшення кількості годин на вивчення курсів географії України у 8-9 класах (замість 70 годин з розрахунку на кожний курс залишилося 52 години), проте відбулися й позитивні зміни: відновлення логічної послідовності у матеріалах окремих розділів і тем, раціональний розподіл годин на вивчення тем у межах курсів, оновлення практичних робіт.

На початку ХХІ століття назріла проблема оновлення змісту шкільної географічної освіти. У 2001 році були розроблені та затверджені нові програми з курсів географії для загальноосвітньої школи, які запроваджувалися у 2001/2002 навчальному році.

До основних змін у навчальних програмах з географії для 5–9 класів цього періоду можна віднести такі:

- уніфікація навчальних програм;
- упорядкування змісту та структури географічних курсів з урахуванням принципів науковості, системності, систематичності та наступності;
- подання змісту програм у табличній формі, що є більш зручним для їх сприймання та використання;
- удосконалення й оновлення системи практичних робіт до кожного курсу географії;
- запровадження замість “Вимоги до знань та вмій учнів” рубрики “Навчальні досягнення учня” з відповідним збільшенням спектру навчальних досягнень учнів, що сприяло особистісному розвитку й відповідало світовим та європейським тенденціям;
- включення до навчальних програм інформації щодо критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів з географії за 12-ти бальною шкалою з описовою характеристикою вимог щодо кожного освітнього рівня.

У процесі запровадження навчальних програм 2001 року було виявлено недоліки, які полягали у порушенні логічної послідовності у вивченні окремих тем і розділів курсів, перенасиченні назв об’єктів географічної номенклатури або їх невизначеність для обов’язкового запам’ятовування учнями, особливо в курсах географії 7–9 класів, не завжди раціональному розподілі годин на вивчення тем і розділів у межах курсів, значній диспропорції у кількості практичних робіт у різних курсах та їх нерівномірний розподіл в межах курсу, коли в одній темі пропонувалися 2–3 практичні роботи, а в другій – не було передбачено жодної.

З огляду на затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти у 2004 році та прийняття концепції 12-річної шкільної освіти виникла потреба в оновленні змісту навчальних програм з географії для основної школи. У 2005 році було розроблено й затверджено нові програми з курсів географії, які поступово впроваджувалися в загальноосвітні школи. Станом на сьогодні вони залишаються чинними.

З 2014/2015 навчального року поступово набувають чинності нові програми з географії для школи. У новій редакції програми

зазнали істотних змін, особливо це стосується 8 і 9 класів. Зміни у зміст програми внесено відповідно до Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти, який затверджено у 2011 році. Згідно з новим державним стандартом конкретизовано внесок предмета у формування ключових компетентностей, уточнено змістові лінії, посилено практичну спрямованість географічних знань, умінь і навичок, які здобувають учні.

Основні зміни у вивченні географії відбулися у 6 класі. Конкретизовано переліки об'єктів необхідної для запам'ятовування учнями географічної номенклатури; оновлено практичні роботи; запропоновано завдання для проведення досліджень; значно вдосконалено й розширено рубрику «Державні вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки учнів».

Мета сучасної шкільної географічної освіти має багатокомпонентний характер [26]. Географічні знання та вміння є основою для формування ключових компетентностей, що дають змогу особистості зорієнтуватися у складних глобалізаційних процесах, національно ідентифікуватися в сучасному світі, упередити суспільство від ризикованих кроків. Географія формує такі компетентності в галузі природничих наук, техніки й технологій, що передбачають здатність та готовність застосовувати відповідний комплекс наукових знань і методологій для пояснення світу природи, визначення питань та формулювання висновків на основі отриманої інформації; розуміння змін, спричинених людською діяльністю і відповідальність особи як громадянина за наслідки цієї діяльності [33, с. 3].

Це, своєю чергою, є підґрунтям для реалізації таких напрямів Концепції Нової української школи, як формування компетентностей, змістових ліній, розвиток критичного мислення, фінансової грамотності, громадянської обізнаності [42].

Навчання географії в школі відбувається за різними курсами. Це фізико-географічні, до яких належить природознавство й фізична географія, інтегровані, що включають загальну географію та географію материків і океанів, а також соціально-економічні, до яких відносять економічну й соціальну географію України та світу.

Основними змістовими лініями фізико-географічних курсів є геокомпонентна (окремі оболонки Землі й природні компоненти), комплексна (географічна оболонка, ландшафти) та геоекологіч-

на (екологічні й геоекологічні проблеми та шляхи їх розв'язання). У соціально-економічних курсах домінантними є структура й розміщення населення та економіки, а також економіко-географічне районування України та світу. При цьому розрізняють просторові об'єкти вивчення різних рівнів. Зокрема у 6-му класі вивчаються переважно об'єкти глобального рівня (оболонки Землі), у 7-му і 9–11-х класах – об'єкти субглобального й регіонального рівнів (океани, материки та їх окремі регіони й держави), а у 8-му класі – об'єкти регіонального й субрегіонального рівнів (Україна та її регіони).

Важливим для географічної освіти учнів старших класів в умовах глобалізації світового господарства стає висвітлення питань своєрідності організації національних господарств різних країн світу; виявлення їх спільних та відмінних рис, особливостей трансформації сучасного конкурентного ринкового середовища; аналіз логістичних потоків; аналіз моделей господарського розвитку країн світу близького та далекого від України зарубіжжя; виявлення тенденцій розвитку світового господарства в умовах глобалізації та економічної інтеграції, що стає організаційно можливим завдяки вивченню географії на профільному рівні в 10–11(12)-х класах.

Актуалізується проблема запровадження навчання географії учнів 10–11(12)-х класів на профільному рівні як один із напрямів реформування освітньої галузі держави відповідно до міжнародних стандартів освіти. Це зумовлює необхідність пошуку нових підходів до організації освіти у ЗЗСО з метою створення найсприятливіших умов для становлення й розвитку особистості кожного учня, формування у нього цілісної наукової картини світу, адекватної самооцінки, якнайповнішого уявлення про майбутню сферу професійної діяльності та вільного й свідомого її вибору, проте й застерігає від дій, які можуть нівелювати географічну освіту, перетворивши її на пропедевтичну, допоміжну. Основоположними ідеями НУШ є її наскрізний, інтегрований, компетентісно та практикоорієнтований вектор реалізації змісту навчання; рамковий та дитиноцентричний характер структури процесу навчання, зокрема й географії. Ідеї профільного навчання не є новими. Отже, в Україні здійснюється чергова спроба профілізації шкільної освіти й на часі – наступний етап змін, що стосується імплементації ідей НУШ у практику діяльності не лише початкової, а й основної і старшої (профільної) школи [39, с. 35].

Ключовим елементом дидактичного забезпечення освітнього процесу з географії є підручник. Його зміст охоплює біологічні, зоологічні, історичні, математичні, соціальні, економічні. Відтак підручник географії має комплексний характер, що потрібно врахувати під час його створення. Сучасний підручник географії має не тільки висвітлювати наукову інформацію, а й сприяти загальноосвітньому та культурному розвитку учнів у процесі вивчення географічних фактів, понять і закономірностей, поповнювати їх активний словник, формувати культуру мовлення тощо.

Починаючи з 90-років ХХ століття наукові співробітники лабораторії, а згодом й відділу навчання географії та економіки Інституту педагогіки НАПН України долучилися до створення сучасних підручників. За цей час створені лінійки підручників за авторством Л.І. Круглик, В.П. Корнєєва, А.Й. Сиротенка, О.М. Топузова, О.Ф. Надтоки, Т.Г. Назаренко, Л.В. Тименко.

Нова українська школа потребує й учителя нового типу, який спроможний працювати в умовах динамічних змін, володіє сучасними методиками, спрямованими на формуванням в учнів оціночного ставлення до навколишнього світу, подій та явищ, умінь застосовувати набуті природничо-наукові знання та навички дослідницької діяльності для пояснення явищ природи, забезпечення власного та суспільного добробуту, збереження здоров'я, цивілізованої взаємодії в доквіллі.

Учитель географії має володіти аналітико-дослідницькими навичками, що є обов'язковою умовою формування його як педагогічного суб'єкта згідно з новою парадигмою і методологією. Компетентнісний підхід у підготовці вчителя географії передбачає відповідність рівня компетентності вчителя вимогам сучасної географічної освіти: креативність, адаптивність і комунікабельність; екологічна грамотність; володіння основами сучасних геоінформаційних технологій; підтримка ефективної педагогічної взаємодії з батьками й громадськістю тощо [20, с.72].

Тенденції розвитку шкільної географічної освіти знайшли відображення в змісті та результатах зовнішнього незалежного оцінювання. Зокрема, позитивною є динаміка кількості учасників ЗНО з географії: якщо у 2008 р. їх було 24225 осіб, то в 2021 році – 115916 учасників.

Відбулися зміни й у кількісному розподілі завдань за розділами навчальної програми (рис. 6).



Рис. 6. Кількісний розподіл завдань за розділами навчальної програми

Зокрема: «Загальна географія» – 16,5%, «Географія материків та океанів» – 17,2%, «Географія України» – 42,1%, «Регіони та країни» – 24,2% (2008); «Загальна географія» – 18,5%, «Географія материків та океанів» – 13,7%, «Україна і світове господарство» – 33,4%, «Регіони та країни» – 23,1%, «Глобальні проблеми людства» – 11,3% (2020).

Якщо на початковому етапі запровадження ЗНО географії перевірявся переважно знанневий складник географічної підготовки випускника закладів загальної середньої освіти (знання географічних понять та термінів, компонентів природи та їхніх характеристик, географічних об'єктів тощо), то з 2015 р. акцент зроблено на предметні компетентності з географії (здобувати інформацію з географічних і топологічних карт, картограм і картодіаграм, таблиць

статистичних даних, графіків, діаграм тощо та аналізувати її; застосовувати набуті знання й уміння в нових умовах, робити висновки, оцінювати наслідки, прогнозувати розвиток природних та суспільних процесів тощо), а з 2020 р. – на ключові компетентності учнів (уміння раціонально користуватися природними ресурсами в рамках сталого розвитку (екологічна грамотність і здорове життя); готовність упереджувати негативний вплив стихійних природних і техногенних явищ (процесів) на життя і здоров'я своє і свого оточення; спроможність брати конструктивну участь у громадському житті (громадянські компетентності) тощо) [46].

Посилення компетентнісного підходу в навчанні географії знайшло відображення в результатах Міжнародного порівняльного дослідження PISA-2018, в якому українські учнів показали достатньо високий рівень умінь працювати з різними джерелами географічних знань, аналізувати та інтерпретувати дані тощо.

Натомість актуальним є зосередження уваги на формуванні абстрактних географічних знань, умінь обґрунтовувати план дослідження; навичок здійснювати експеримент та робити відповідні висновки [15, с. 44].

Відтак важливо, щоб освітній процес з географії був максимально наближений до реального життя та потреб дитини. Для реалізації компетентнісного підходу в навчанні географії доцільним є використання гнучкої моделі навчання, яка базується на різних методах і прийомах (самостійній роботі, навчальній дискусії, проведенні нестандартних уроків, інтеграції з іншими предметами, ділових та розвивальних іграх тощо). В умовах дистанційного навчання важливо дотримуватися таймингу (ефективного використання навчального часу) [21].

3.2.4. Фізика

Шкільна фізична освіта зазнає активних змін одночасно з реформуванням системи освіти в Україні. Динамізм і суперечливий характер суспільного розвитку наклали свій відбиток на стан природничо-математичної освіти загалом і фізичної зокрема.

У перші роки незалежності в шкільній фізичній освіті реалізовувався двоступеневий принцип побудови курсу фізики. На першому ступені (7–8 класи) здійснювалася пропедевтика навчання фізики, що передбачала засвоєння учнями основних фізичних понять і термінології, ознайомлення з елементами фізичних теорій.

Другий ступінь навчання (9–11 класи) був представлений систематичним курсом, побудованим у порядку ускладнення форм руху матерії на основі фундаментальних фізичних теорій: класичної механіки, молекулярної фізики, електродинаміки з елементами спеціальної теорії відносності та квантової фізики. Така структура курсу фізики середньої школи відображала один з основних принципів його побудови – генералізації знань навколо основних фізичних принципів, ідей, теорій.

У другій половині 1990-х рр. за активної участі вчених Інституту педагогіки НАПН України (О.І. Бугайов, С.У. Гончаренко) було створено українські підручники з фізики для загальноосвітніх шкіл та шкіл (класів) з поглибленим вивченням фізики, а також закладів освіти гуманітарного профілю. Характерною особливістю формування змісту навчання фізики на цьому етапі було його українознавче наповнення. До підручників включався матеріал, спрямований на формування в учнів ціннісних орієнтацій: досягнення держави в галузі науки і техніки, внесок українських учених у розвиток науки тощо.

Істотний вплив на розвиток шкільної фізики мала активна гуманізація й гуманітаризація загальної середньої освіти, ключовою ідеєю якої стало утвердження людини як найвищої цінності, найповніше розкриття здібностей та задоволення різноманітних освітніх потреб дитини [23].

На тлі переорієнтації освітньої системи з предметно-змістового навчання на формування цілісної науково-природничої картини світу відбувалося посилення ролі предметів гуманітарного циклу та зменшення кількості годин на вивчення фізики (табл. 8).

Таблиця 8.

Динаміка навчального навантаження з фізики (основна та старша школа)

Роки	1985	1991	2004
Навчальні години	14,5	13	9

На початку 2000-х рр. загострилася суперечність між структурою шкільного курсу фізики, що передбачала його систематизацію починаючи з 9 класу, та структурою загальної середньої освіти, згідно з якою він відносився до основної школи. Виникли об'єктивні труднощі щодо досягнення цілей навчання фізики в старшій школі, де запроваджувалася профільна диференціація.

Усунути цю суперечність стало можливим після розроблення Державного стандарту базової і повної середньої освіти першого покоління (2004), який унормовував і структурував зміст шкільної природничої освіти та визначив державні вимоги щодо його опанування учнями [24].

Навчальними програмами з фізики, що реалізовували зміст фізичного складника освітньої галузі «Природознавство», було впроваджено концентричний принцип побудови курсу фізики, згідно з яким вивчення фізики здійснювалось у два етапи. У першому концентрі (7–9 класи) фізичні явища й процеси вивчалися на феноменологічному (явищному) рівні, доступному для сприймання й розуміння учнями середнього шкільного віку з урахуванням наявної математичної підготовки.

Курс фізики другого концентру (10–11 класи) поглиблював та розширював базовий курс. Такий підхід давав можливість досягти більш ґрунтовного засвоєння учнями фізичних знань за рахунок «повторного» вивчення матеріалу. Щоправда, це супроводжувалося дублюванням навчального матеріалу, не завжди продуктивними витратами часу, зниженням інтересу учнів. Водночас це було першим практичним кроком до реалізації ідеї компетентнісного навчання фізики в середній школі.

Запровадження оновленого змісту навчання фізики супроводжувалося на практиці значними труднощами, що стосувалися зокрема його доступності, затеоретизованості й перевантаженості. Такий стан підтвердився результатами міжнародного порівняльного досліджен-

ня TIMSS 2007 р. Згідно з ними учні української школи виявили досить високий рівень володіння фактологічним матеріалом і здатність виконувати типові завдання. При цьому відзначалася недостатня сформованість умінь і навичок використовувати здобуті знання для вирішення практичних ситуацій, які потребували не простого їх відтворення, а насамперед застосування методів наукового пізнання природних явищ.

Не сприяло якісному вдосконаленню системи шкільної фізичної освіти повернення у 2010 році до 11-річної школи, унаслідок якого програма з фізики, розроблена для 10–12 класів, зазнала механічного ущільнення змісту. При цьому в 10 класі використовувалися підручники, створені за програмою трирічного навчання фізики, а для 11 – дворічного. Цю неузгодженість намагалися вирішити додрукуванню додатків відповідних розділів (наприклад, для рівня стандарту фізики – електродинаміки). Іншою спробою стало створення комбінованих підручників (академічний + профільний рівень). Однак поєднання двох рівнів вивчення предмета в одному підручнику виявилось неефективним. Усе це призвело до значної переваженості змісту програм і підручників, що негативно позначилося на результатах його засвоєння [22].

Об'єктивну необхідність пошуку механізмів модернізації шкільної фізичної освіти підтвердили й результати міжнародного порівняльного дослідження якості математичної й природничої освіти TIMSS, у якому Україна взяла участь вдруге у 2011 році. Тест із природничої галузі містив 35 % завдань із біології, 20 % із хімії, 25 % із фізики та 20 % із географії. За видами навчально-пізнавальної діяльності завдання було розподілено на три групи: завдання – знання (35 %), завдання – застосування (35 %), завдання – обґрунтування (30 %). Найвищий середній бал українські учні продемонстрували за виконання завдань, орієнтованих на використання знань у стандартних ситуаціях, і найменший – на застосування знань. Упевнене відтворення знань, здобутих у процесі навчання, не забезпечувало реалізації умінь і навичок їх практичного застосування для розв'язання практичних задач. Значні труднощі учні відчували, коли працювали із завданнями на зіставлення й класифікацію, формулювання оцінних суджень, усвідомлене розуміння природи як цілісної системи [54].

Важливим кроком до переорієнтації шкільної фізичної освіти зі знаннєвої парадигми на парадигму компетентнісного навчання стало запровадження Державного стандарту другого покоління (2011), який був спрямований на втілення в освітніх галузях особистісно зорієн-

тованого, компетентнісного та діяльнісного підходів, а також їх відображення в результативних складниках змісту базової і повної загальної середньої освіти [25].

Компетентнісно зорієнтовані мета й завдання освітньої галузі «Природознавство» стимулювали оновлення змістових ліній фізичного складника. Вони стали більш узагальненими й цілісними, відображали вимоги до загальноосвітньої підготовки учнів з фізики (наприклад: закони і закономірності фізики, роль фізичних знань у житті людини та в суспільному розвитку тощо).

Двоконтрична структура узгоджувалася зі структурою загальної середньої освіти: в основній школі (7–9 класи) вивчається логічно завершений базовий курс фізики, у старшій школі (10–11 класи) вивчення фізики відбувається, залежно від вибраного профілю навчання, на двох рівнях – базовому (або рівні стандарту) та профільному. У профільній школі запроваджувався інтегрований курс «Фізика і астрономія». Також передбачалося, що основи фізичних знань можна опанувати в межах інтегрованого курсу «Природничі науки».

Посилення компетентнісної спрямованості змісту шкільної фізичної освіти знайшло відображення у навчальних програмах із фізики базового (2012) та профільного (2016) курсів, створених за Державним стандартом другого покоління (2011 року). У 2017 р. відбулося оновлення навчальної програми з фізики для 7–9 класів відповідно до концептуальних положень розбудови Нової української школи. Зокрема було конкретизовано можливості фізики як навчального предмета у формуванні ключових компетентностей учнів (уміння вчитися, ініціативність і підприємливість, екологічна грамотність і здорове життя, соціальна та громадянська компетентності), виокремлено наскрізні змістові лінії: «Екологічна безпека та сталий розвиток», «Громадянська відповідальність», «Здоров'я і безпека», «Підприємливість та фінансова грамотність», що відбивають провідні соціально й особистісно значущі ідеї, які послідовно розкриваються у процесі навчання й виховання учнів, а також є засобом інтеграції навчального змісту, корелюють із ключовими компетентностями.

Упродовж 2015–2019 років було створено та запроваджену в освітню практику сучасне навчально-методичне забезпечення з фізики. Істотною ознакою чинних підручників фізики для 7–11 класів стало спрямування змісту, системи вправ та методичного апарату на формування й розвиток в учнів предметної і ключових компетентностей, що

проявляються у здатності застосовувати здобуті знання для вирішення практичних і життєво важливих ситуацій.

У Державному стандарті базової середньої освіти третього покоління (2020) употужнюється прикладна спрямованість фізичного складника. Зокрема посилюється увага до таких змістових ліній як фізика й техніка, фізичні основи сучасних технологій і виробництва, фізика в побуті тощо.

Одним із ключових концептів формування природничої галузі нового державного стандарту є ідеї цілісності шкільної природничої освіти, що, своєю чергою, актуалізує розв'язання проблеми поглиблення міжпредметних зв'язків фізики, хімії і біології [26].

Незважаючи на в цілому прогресивні тенденції розбудови шкільної фізичної освіти, у цьому процесі наявні проблеми, характерні для природничо-математичної освіти загалом. Їх віддзеркаленням є й результати Міжнародного порівняльного дослідження PISA-2018, зовнішнього незалежного оцінювання з фізики та вибору напрямів здобуття вищої освіти випускниками закладів загальної середньої освіти.

Так, упродовж 2008-2021 років спостерігається нерівномірна динаміка кількості зареєстрованих учасників ЗНО з фізики (рис. 7) [46].

При цьому через карантинні обмеження спричинені пандемією кількість учасників, що взяли участь у ЗНО з фізики значно менше ніж кількість зареєстрованих учасників.

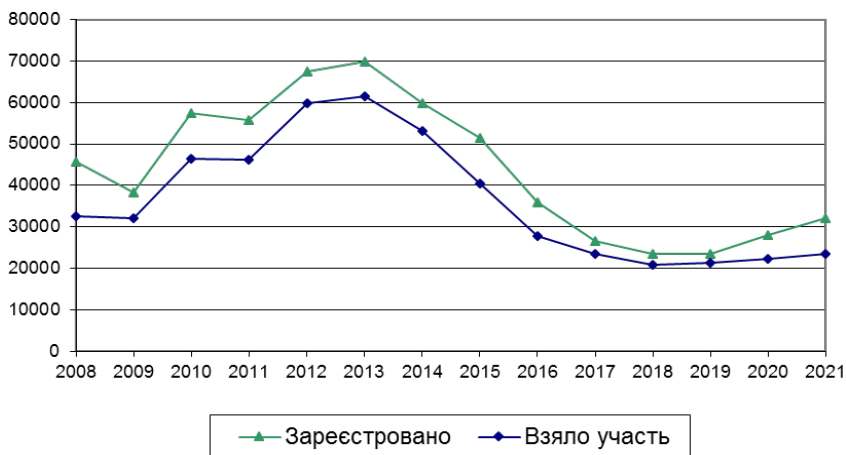


Рис. 7. Кількість учасників ЗНО з фізики за роками, 2008–2021 рр.

Після максимуму у 2012–2013 рр. (67555 та 61403 особи відповідно) упродовж наступних шести років спостерігалось зменшення кількості зареєстрованих учасників до 20836 у 2018 р.

При цьому потрібно враховувати і той чинник, що кількість тих, хто взяв участь в ЗНО з фізики істотно відрізняється від кількості зареєстрованих (табл. 9). Наприклад, у 2021 році із 32090 зареєстрованих учасників пройшли тестування 2340, або 73 %.

Таблиця 9.

Кількість учасників ЗНО з фізики

Рік	Зареєструвалися	Взяли участь	%
2008	45674	32592	71,4
2009	38209	32124	84,1
2010	57500	46439	80,8
2011	55812	46240	82,8
2012	67555	59938	88,7
2013	69876	61403	87,9
2014	59880	53202	88,8
2015	51463	40464	78,6
2016	35892	27771	77,4
2017	26492	23597	89,1
2018	23405	20836	89,0
2019	23485	21407	91,2
2020	28110	22234	79,1
2021	32090	23407	72,9

Відповідно, хоча з 2019 р. спостерігається тенденція досить суттєвого збільшення кількості зареєстрованих учасників ЗНО з фізики (2019 р. – 23485, 2020 р. – 28110, 2021 р. – 32090 осіб.), кількість тих, що пройшли тестування, залишається орієнтовно однаковою, демонструючи незначне зростання: у 2019 році – 21 407 осіб, у 2020 році – 22 234 особи, у 2021 році – 23 407 осіб.

Кількість учасників тестування, які складають ЗНО з фізики, у порівнянні з математикою менша в 5 разів. При цьому кількість учасників тестування з фізики зазнавала не таких сильних змін упродовж останніх 10 років, як у математиці [1].

Досить стабільним залишається і відсоток учасників зовнішнього незалежного оцінювання з фізики, які подолали поріг «склав/не склав» (рис. 8) [46].

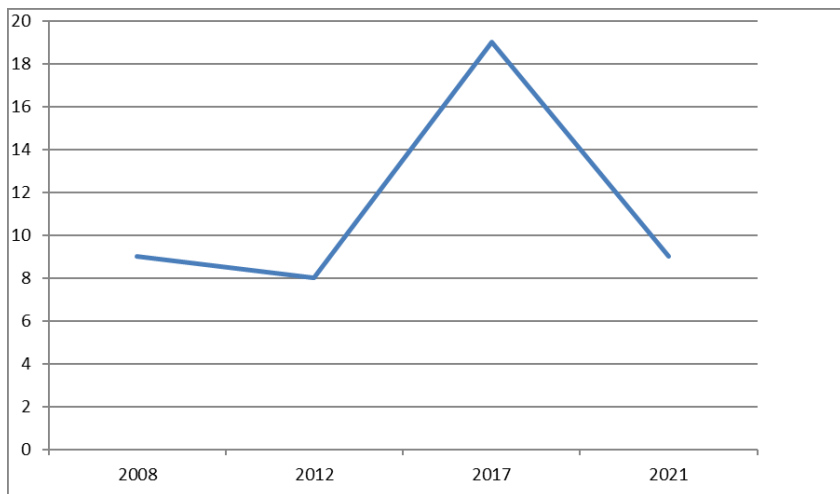


Рис. 8. Кількість учасників зовнішнього незалежного оцінювання з фізики, які подолали поріг «склав/не склав»

Традиційно кількість учасників ЗНО з фізики, які не подолали прохідний поріг, не перевищує 10 % (за винятком 2017 р., коли таких було близько 20 %).

Стабільними упродовж останніх років залишаються й показники порогового (2019 р. – 13, 2020–2021 рр. – 12) та середнього (близько 35 %) балів, а також складності сертифікаційної роботи з фізики (32–38 %).

Результати ЗНО з фізики корелюють із результати PISA-2018 (рис. 9) [67], згідно з якими не досягли базового рівня природничо-наукової грамотності 26,4% українських учнів, що брали участь у дослідженні.

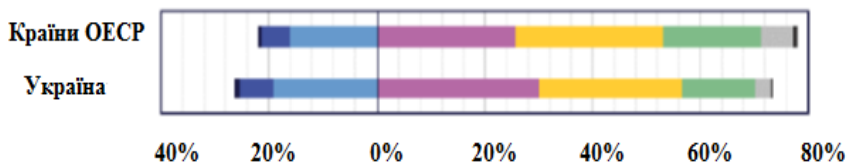


Рис. 9. Рівні сформованості природничо-наукової грамотності учнів в Україні на тлі досягнень їхніх однолітків у країнах ОЕСР

При цьому потрібно враховувати особливості національної системи оцінювання знань учнів та шкалювання. Абсолютний бал, набраний учнями за виконання завдань (рис. 10) виражається в оцінку за 12-ти бальною шкалою (рис. 11) [44], як бал ДПА та рейтинговий бал 100–200 для вступу до закладів вищої освіти.

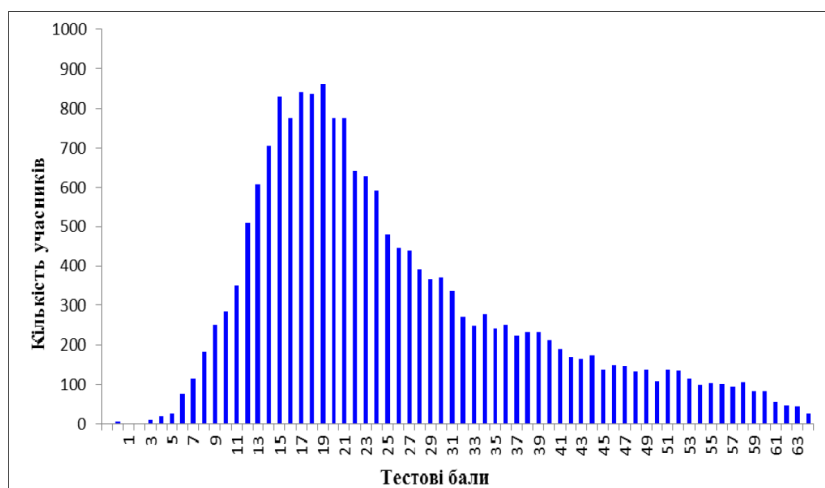


Рис. 10. Розподіл учасників ЗНО з фізики 2021 року з фізики за кількістю набраних тестових балів

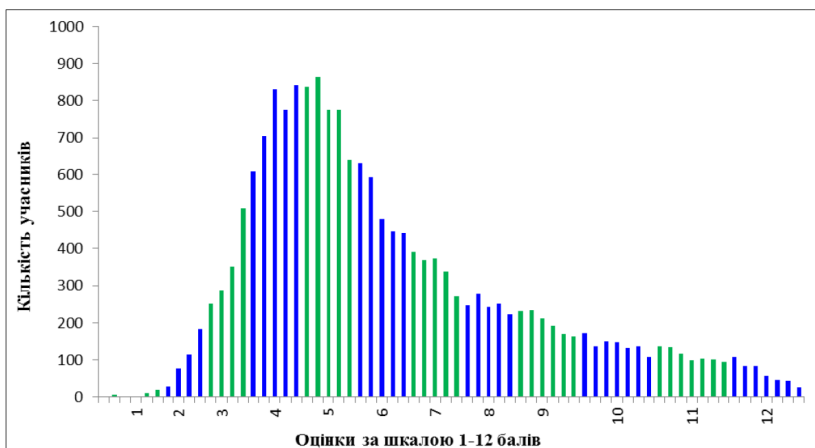


Рис. 11. Розподіл учасників ЗНО з фізики 2021 року за рівнями навчальних досягнень (за шкалою 1–12 балів)

При шкалюванні в оцінку ДПА враховуються критерії оцінювання знань учнів. За умови відсутності шкалювання й використання рівномірної шкали оцінювання 25,6% випускників мали б початковий рівень навчальних досягнень.

Динаміка кількості учасників ЗНО з фізики обумовлена, зокрема, й особливостями умов прийому до закладів вищої освіти впродовж останніх років, коли фізика була не обов'язковим конкурсним предметом, а також не входила до переліку альтернативних на спеціальності, для яких вона є профільним предметом (наприклад, інженерні та технічні).

Позитивні зрушення у цьому контексті знайшли відображення в Умовах прийому на навчання для здобуття вищої освіти у 2022 році, згідно з якими фізику включено як третій конкурсний предмет для 117 спеціальностей із різних галузей знань (не лише педагогічного та технічного спрямування, а й, наприклад, озброєння та військової техніки, цивільної безпеки, готельно-ресторанної справи, туризму, соціальної роботи, управління та адміністрування, психології, політології, філософії, філології, культурології тощо) [47].

Такий підхід має стимулювати випускників закладів загальної середньої освіти вибирати фізику як предмет ЗНО та сприятиме

підвищенню інтересу до предмета, а отже і якості шкільної фізичної освіти.

Щоправда, для більшості спеціальностей фізика як третій предмет пропонується на вибір із шести: історія України, іноземна мова, біологія, географія, хімія тощо. На відміну від інших предметів природничої галузі, таких як біологія, географія, хімія, фізика не є самостійним конкурсним предметом навіть для профільних спеціальностей (наприклад, «Середня освіта (фізика)» й «Фізика та астрономія», для яких другим конкурсним предметом є математика). Лише для спеціальностей галузі «Охорона здоров'я» фізика пропонується на вибір із двох (наприклад, разом із біологією або хімією).

Важливим чинником, який впливає на рівень підготовки випускників середньої школи з фізики, є недостатньо повна реалізація принципу рівного доступу дітей до якісної освіти. Результати ЗНО з фізики засвідчують наявність розходжень у рівні підготовки випускників міських та сільських шкіл. Згідно з дослідженням аналітичної платформи Вокс Україна, учні сільських шкіл гірше складають ЗНО, ніж учні міських. Це спричинено тим, що сільські школи гостріше відчувають кадрові проблеми, досить часто фізику викладають сумісники або вчителі інших предметів. Майже половина сільських шкіл не має повністю функціональних кабінетів фізики [41].

При цьому як у сільській місцевості, так і в містах констатується негативна динаміка забезпечення закладів загальної середньої освіти вчителями фізики (табл. 10) [49].

Таблиця 10.

Динаміка кількості вчителів фізики закладів загальної середньої освіти

Кількість учителів фізики	2015/2016 н.р.	2019/2020 н.р.	2020/2021 н.р.
Загальна	13148	12449	12409
Вакансії	19	113	103
Вчителі за сумісництвом	1351	1287	1219
Вчителі віком до 30 років	1778	1227	1149
Вчителі-пенсіонери	1968	3075	3086

Упродовж останніх п'яти років (з 2016 по 2021 р.) загальна кількість учителів фізики в закладах загальної середньої освіти зменшилася на понад 700 осіб (з 13148 до 12409). Майже в 5 разів (від 19 до 103) зросла кількість відкритих вакансій, а також відповідно й кількість закладів освіти, у яких фізику викладають фахівці з інших предметів. Незначною є частка педагогів віком до 30 років (близько 10%). При цьому їх кількість постійно зменшується. У 1,5 рази збільшилася кількість учителів-пенсіонерів (з 1968 до 3086 осіб).

Система професійної підготовки майбутнього вчителя фізики не забезпечує на сьогодні успішне вирішення цієї проблеми. Кількість охочих вступити на цю спеціальність постійно зменшується і навіть не досягає показників державного замовлення (табл. 11) [19].

Таблиця 11.

**Динаміка чисельності вступників на спеціальності
«Середня освіта (фізика)» та «Фізика та астрономія»**

Показники	2015	2018	2021
Державне замовлення	634	658	312
Зараховано	412	355	109
Виконання держзамовлення (%)	65	54	35

У 2021 році рекомендації до зарахування на бюджет отримали лише 109 вступників у 26 закладах вищої освіти. Навіть в умовах відсутності конкурсу та невисокого порогового балу для вступу окремі заклади вищої освіти, зокрема й педагогічної, не зарахували жодного вступника на ці спеціальності [57].

Актуальною залишається проблема піднесення рівня загальноосвітньої підготовки вступників на фізичні спеціальності університетів. Хоча спеціальності «Середня освіта (фізика)» й «Фізика та астрономія» і мають статус особливої державної підтримки, проте це означає, що з них прохідний бал широкого конкурсу МОН на навчання за освітнім ступенем «бакалавр» за денною формою здобуття освіти впродовж останніх двох років не перевищує 130 балів.

З огляду на тенденцію забезпеченості закладів загальної середньої освіти вчителями фізики вже за п'ять років кількість вакансій перевищуватиме кількість випускників (навіть за умови, що всі зараховані на навчання вступники його завершать успішно).

3.2.5. Хімія

Ретроспективний аналіз формування змісту хімічної освіти і його методичного забезпечення засвідчує, що до 90-х років ХХ ст. водночас із посиленням наукового змісту зростав обсяг навчального матеріалу. З прийняттям державного освітнього стандарту ця тенденція було зупинено, переосмислено мету й завдання хімічної освіти, її структуру. Навчальні програми з хімії було модернізовано, розвантажено від другорядного матеріалу, виокремлено провідні наукові ідеї, довкола яких структуровано навчальний зміст, визначено міжпредметні зв'язки з іншими природничими науками, оновлено хімічний експеримент, посилено екологічний аспект і загальне практичне спрямування змісту, сформульовано вимоги до рівня навчальних досягнень учнів.

Упровадження компетентнісного підходу в хімічній освіті спонукало до виокремлення знанневого, діяльнісного й ціннісного компонентів предметної хімічної компетентності учня, що дало змогу конкретизувати вимоги до набуття ключових і предметної компетентностей, орієнтованих на засвоєння учнем способів діяльності.

Практика засвідчує значний поступ у розумінні педагогічною спільнотою значення й суті компетентнісного підходу, який подолав етап теоретичного обґрунтування і набуває практичного втілення.

Водночас упровадження компетентнісного підходу поки не виводить хімічну освіту на належний рівень, який задовольняв би суспільні запити. Вчителі однак вважали недостатньою кількість годин, відведених навчальним планом, для засвоєння учнями змісту програми в повному обсязі. Слід зазначити, що від середини 90-х років послідовно зменшувався час на навчання хімії (від 10 до 7), але останніми роками відновлено кількість початкових годин до 9 (рівень стандарту) на тлі незначного спрощення й переструктурування програми.

Маніпулювання кількістю годин і структурою програми – це екстенсивні заходи, що не поліпшують якості хімічної освіти. Природничо-наукова грамотність учнів залишається незадовільною, що доводять результати міжнародних досліджень якості природничої освіти PISA та зовнішнього незалежного оцінювання з хімії.

Згідно з дослідженнями, учні не готові: використовувати теоретичні знання у реальних життєвих ситуаціях навіть за наявності таких знань, опиратись на наукові дані для самостійного аналізу явищ, підтвердження або спростування висновків, критично ставитись до інформації, працювати з табличними й графічними даними, розробляти експеримент, проводити і пояснювати спостереження (дослідницькі вміння).

Аналізом показників виконання завдань тесту ЗНО з хімії виявлено низьку спроможність учнів мислити логічно, виконувати завдання на кілька послідовних мисленневих операцій, аналізувати графічні дані, застосовувати предметні знання й математичні методи для розв'язування задач.

За результатами вибіркового опитування вчителів хімії, що дає змогу робити висновки про загальні тенденції у ставленні вчителів до результатів освітнього процесу з хімії, переважає позиція «частково задовольняє». Зокрема предметний зміст і навчально-методичне забезпечення скоріше задовольняє 53,4% вчителів; компетентісно (практично-) орієнтованим (частково) зміст видається 60% опитаних. Констатувальне викладення змісту використовують 20%, проблемне – 40% учителів, дослідницький підхід – близько 27%, а 80% учителів поєднують різноманітні методи навчання. Відповідно організація дослідницької діяльності становить труднощі для 53,3% вчителів. Причини таких утруднень учителі вбачають у недостатньому забезпеченні обладнанням (40%) й відсутності якісної комп'ютерної підтримки предмета. Водночас незадоволених підручником учителів – лише 6,7%. Усі педагоги відзначають зниження мотивації учнів до вивчення хімії.

Аналіз сучасного стану хімічної освіти дає змогу виокремити низку суперечностей у змісті й процесі навчання, у навчальному, методичному й кадровому забезпеченні.

1. Суперечність між академічними і практичними знаннями. Моніторингові дослідження засвідчують, що знання учнів не ви-

ходять з абстрактного рівня на практичний. «Національний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2018» звертає увагу на проблемні питання в навчанні природничих предметів і містить рекомендації щодо усунення проблем. На це мають бути спрямовані й методичні розробки (посібники) для вчителів.

2. Суперечність між теоретичним рівнем змісту і його доступністю для засвоєння.

Теоретичні знання з хімії на рівні, заданому чинними програмами та підручниками, не засвоюються учнями в повному обсязі й на належному рівні. Проблему покликана розв'язати профілізація старшої школи. Упровадження програм і підручників різного рівня складності дає змогу зробити навчання гуманнішим щодо кожного учня і зберегти високий рівень для тих, хто має схильність до вивчення хімії і планує опанувати цю науку в подальшому житті. Але для майбутніх гуманітаріїв проблема залишається, оскільки курс рівня стандарту більше придатний для тих учнів, які в майбутньому вивчатимуть суміжні з хімією предмети. Інтегровані курси природознавства, судячи з теоретичного рівня змісту програм, що нині проходять апробацію, навряд чи прийнятні для майбутніх гуманітаріїв, які потребують курсу хімії переважно прикладної спрямованості.

3. Суперечність між готовими і самостійно здобутими знаннями. Упровадження дистанційної форми навчання в період пандемії загострило цю суперечність, оскільки учні виявились непередготовленими до самостійної роботи із засвоєння знань – як в організаційному, так і в інтелектуальному планах, що відчутно знижує мотивацію до навчання. Розвиток в учнів уміння вчитися ще не стало пріоритетним у методиці навчання хімії.

4. Суперечність між задекларованим дослідницьким підходом і матеріальним забезпеченням кабінетів хімії. Розвиток дослідницьких умінь і самостійності неодмінно залежать від виконання практичної частини програми (хімічний експеримент). Однак реалізувати її неможливо через виснаження матеріальної бази предметних кабінетів, нестачу реактивів, посуду, приладів, лаборантів. Унаслідок цього учні мало обізнані з методами науки, у них немає досвіду експериментальної роботи. Хімія з теоретико-експериментального предмета перетворюється на описовий, а навчальний

процес позбавляється потужної мотивації. Розв'язати проблему можна лише на державному рівні. Зокрема це стосується технічного забезпечення хімічного експерименту, що виконується напівмікрометодом.

5. Суперечність між задекларованою профільністю навчання й забезпеченням вільного вибору хімії як профільного предмета. Для підвищення якості профільної хімічної освіти спершу треба, щоб цю освіту хтось обрав і мав можливість вивчати обраний предмет. Обмаль шкіл хімічного профілю не дає змоги обрати таку школу навіть зацікавленому учневі. Профілізацію школи гальмує також нестача педагогічних кадрів належної кваліфікації.

6. Суперечність між вимогами до сучасного вчителя і недостатньою методичною підготовкою студентів у педагогічних вишах. Через скорочення годин, відведених на теорію і практику з методики навчання хімії, у закладах вищої педагогічної освіти майбутні вчителі не здобувають належних фахових знань і навичок. Додаткової уваги потребує підготовка вчителів до застосування сучасних методик навчання, зокрема ІКТ, проведення дистанційного навчання.

7. Суперечність між необхідністю оновлення змісту підручників і способами оновлення згідно з конкурсними вимогами до підручників. Наслідком цього є невиправдане залучення до текстів неперевіраних даних Google, посилання на сумнівні сайти, що насичують новітні видання підручників, викривлене представлення інформації гендерного характеру, переобтяження ілюстраціями низької якості. Не сприяє якості підручників скорочення у видавництвах фахівців з технологічного процесу підготовки видань. Підручники мають видаватись у спеціалізованих видавництвах. Актуальною є проблема упровадження електронних і інтерактивних підручників хімії.

8. Суперечність між суспільним запитом на фахівців хімії і стимулами до виконання цього запиту. Звертає увагу зменшення з року в рік числа абітурієнтів, які обирають хімію для зовнішнього незалежного оцінювання та навчання на природничих факультетах у вишах. ЗНО з хімії виявляється непотрібним навіть під час вступу на технологічні й медичні спеціальності, що призводить до втрати мотивації учнів і згортання природничо-наукової освіти.

Для підвищення якості хімічної освіти, подолання наявних у ній недоліків і суперечностей пропонується зробити такі кроки:

- проводити моніторингові дослідження якості хімічної освіти на рівні Міністерства освіти і науки України;
- дообладнати кабінети хімії згідно з вимогами профільної хімічної освіти;
- розробляти компетентісно орієнтовані методики й дидактичні матеріали;
- розширювати мережу профільних шкіл і класів хімічного спрямування;
- розвивати дистанційне навчання, забезпечити його електронними ресурсами;
- надати хімії як навчальному предмету статусу конкурсного для вступу до вишів на суміжні спеціальності;
- збільшити кількість годин, відведених на методичну підготовку студентів природничих спеціальностей закладів вищої педагогічної освіти;
- забезпечити видання підручників (у поєднанні паперових і електронних носіїв) у спеціалізованих видавництвах.

Шляхи розв'язання проблем та рекомендації щодо вдосконалення шкільної природничої освіти

1. Оновлена шкільна природнича освіта має стати не просто сукупністю предметів, а системою, спрямованою на досягнення визначених результатів навчання, об'єднаною єдиним природничим змістом, розподіленим між окремими складниками таким чином, щоб він взаємодоповнював процес пізнання, методологією освітнього процесу, де кожен компонент (методи, технології й засоби навчання) добираються з метою досягнення чітко визначеного результату [29]. Першими кроками в цьому напрямі стало впровадженню в режимі експерименту інтегрованих курсів «Природничі науки» (для 10–11 класів гуманітарного спрямування) та інтегрованих курсів «Пізнаємо природу» й «Природничі науки» адаптаційного циклу базової освіти (5–6 класи), модельні навчальні програми яких затверджено у 2021 р. і розпочато їх упровадження в межах пілотного експерименту.

2. Оскільки в Державному стандарті базової середньої освіти (2020) не конкретизовано зміст окремих складників через обов'язкові результати навчання, це ускладнює перехід від парадигми «стандарту змісту» до «стандарту результатів» та зміну акцентів з того, «що вивчати» на те, «для чого вивчати». Тому нові навчальні програми з природничих предметів для основної школи мають забезпечити узгодженість і цілісність природничої освіти зі збереженням кожного окремого складника, що сприятиме більш глибокому засвоєнню знань, формуванню наукових понять і законів, становленню наукового світогляду, єдності матеріального світу, взаємозв'язку явищ у природі та в суспільстві.

3. Розбудова природничої освітньої галузі та створення навчальних програм із природничих предметів має здійснюватися з урахуванням сучасних підходів до формування природничо-наукової компетентності та практичної спрямованості системи природничо-наукових знань.

Розробникам навчальних програм та підручників слід домагатися нівелювання дисбалансу між діяльнісним і знанневим компонентами, оптимізації екологічних, економічних, соціальних і культурних аспектів вивчення живої природи, що забезпечить становлення активної громадянської позиції здобувачів освіти, свідомій реалізації принципів сталого розвитку.

4. З огляду на те, що у дітей 12–14 років здатність до абстрактного мислення розвинута недостатньо, зміст базових курсів природничих предметів має розгортатися на емпіричному рівні, а це потребує посилення уваги до шкільного експерименту як провідного методу навчання. Актуальним є ініціювання та реалізація державних програм якісного оновлення матеріально-технічної бази закладів освіти, забезпечення їх незалежно від розташування повнофункціональними навчальними кабінетами та лабораторіями, обладнанням, наочністю тощо.

5. Доцільним є широке впровадження в шкільній природничій освіті технологій та методик навчання, які залучають учнів до активної навчально-пізнавальної діяльності та передбачають розв'язання практикоорієнтованих завдань, використання експериментальних методів наукового пізнання природи, процедурного та епістемного знання.

Велике значення під час формування оновленого змісту навчання природничих предметів має реалізація принципів прикладної спрямованості, політехнізму та професійної орієнтації як умови формування індивідуальних освітніх траєкторій учнів.

6. Оновлення дидактичного забезпечення з природничих предметів на компетентнісних засадах, методичних матеріалів позаурочних занять (екскурсій, експедицій, польових досліджень, довготривалих спостережень, навчальних проєктів), що сприяють формуванню системного природничо-наукового мислення.

Створення загальнодоступних освітніх електронних ресурсів природничо-наукового напрямку. Забезпечення інформаційної підтримки навчання природничих предметів з використанням сучасних цифрових технологій.

7. Ініціювання включення природничих предметів не лише як вибіркових, але й обов'язкових конкурсних під час вступу до закладів вищої освіти з метою стимулювання учнів до вибору природничих профілів навчання та відповідних спеціальностей.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Однією з ключових проблем шкільної природничо-математичної освіти є недостатня увага в суспільстві до питання його високотехнологічного розвитку. Запит на технічні та наукові професії, а відтак і на якісну природничо-математичну освіту, виникне за умови державної підтримки та розбудови високотехнологічного виробництва, що базується на сучасних наукових дослідженнях. Рівень підготовки вчителів, мотивація учнів, матеріально-технічне забезпечення тощо є похідними від цього.

2. Одним із першочергових завдань є підвищення соціального статусу вчителя та рівня оплати праці. У іншому разі це спричинює низькі конкурси до університетів на педагогічні спеціальності, що в подальшому веде до низької якості підготовки майбутніх учителів. Унаслідок, недостатня забезпеченість шкіл учителями математики та природничих предметів, відтік молодих фахівців зі школи, які знаходять більш вигідні умови на ринку праці; зростання частки вчителів пенсійного віку, що ускладнює впровадження нових методик і технологій навчання математики та природничих предметів. Доцільно впроваджувати спеціальні програми для студентів на відповідних факультетах непедагогічних закладів вищої освіти та для молодих вчителів, які приходять у школи, а також програми перепрофілізації з попереднім проходженням курсів психології і методики.

3. Важливим чинником модернізації загальної середньої освіти загалом та природничо-математичної, зокрема, є створення нового стандарту профільної освіти, як документа, що визначає вимоги до обов'язкових результатів навчання та компетентностей здобувачів загальної середньої освіти відповідного рівня, а також оновлення змісту природничо-математичної освіти з урахуванням таких пріоритетів: а) розширення функцій освіти (власне предметна освіта, освіта за допомогою предмета та профільна – як елемент професійної підготовки); б) посилення практично-діяльнісного та творчого складників змісту освіти, його прикладної спрямованості; в) реалізація в змісті предмета потенціалу для формування наскрізних умінь та гнучких навичок; г) приведення змісту у відповідність до вікових та пізнавальних

особливостей учнів, перспектив їхнього розвитку; д) посилення аксіологічного складника змісту; є) формування інформаційно-комунікаційної компетентності учнів, зміст якої є інтегративним.

Оновлення змісту природничо-математичної освіти є однією з умов розбудови сучасного освітнього середовища, зорієнтованого на забезпечення особистісно і суспільно значущої пізнавальної діяльності учнів, широке використання ІКТ, формування в учнів умінь проєктно-дослідницької діяльності, що сприятиме набуттю ними досвіду прийняття рішень щодо відповідальної поведінки в природі та соціумі.

4. Доцільним є доповнення конкурсного відбору, що нині застосовується у формуванні підручничого фонду, ринковими економічними механізмами комплектування закладів освіти навчальною літературою. Потребує вдосконалення система критеріїв експертного оцінювання рукопису майбутнього підручника з чітким визначенням відповідних показників, які можна однозначно виміряти, а також здійснення сертифікованої підготовки кваліфікованих експертів навчальної книги, передбачення попередньої апробації майбутнього підручника в освітньому процесі як обов'язкового етапу його експертизи.

5. Українською актуальною є комплексна модернізація матеріально-технічної бази шкільної природничо-математичної освіти, її поповнення сучасними мобільними пристроями, новими засобами візуалізації та інтерактивного відтворення, поглиблення цифровізації освітнього процесу, що передбачає розроблення сучасних електронних освітніх ресурсів і створення спеціальних інформаційних освітніх платформ із широким доступом для здобувачів освіти, педагогів, батьків незалежно від місця проживання.

6. На часі перехід до інноваційних моделей навчання, що передбачають системне запровадження комплексу педагогічних методів і прийомів, спрямованих на постійне залучення учнів до активної навчально-пізнавальної діяльності, що характеризується інтенсивною багатосторонньою комунікацією суб'єктів, обміном інформацією, результатами діяльності.

Запровадження інноваційного навчання потребує докорінної модернізації його змісту та методів. Вони повинні стати практикоорієнтованими, тобто спонукати дитину до пізнання навколишнього світу через практичну потребу, діяльність, засвоєння таких її способів, що будуть необхідними в дорослому житті. Перспективним

є системне застосування специфічних технологій: кооперативного, проєктного, змішаного, ситуаційного, ігрового навчання, розвитку критичного мислення, STEM освіти.

7. Для визначення реального стану природничо-математичної освіти доцільно не лише брати участь у міжнародних дослідженнях, а й проводити системний моніторинг освітнього процесу на рівні МОН України.

Велике значення має забезпечення доступу до якісної освіти її здобувачам незалежно від локації закладу освіти (місто/село), економічного статусу родини, інших дискримінаційних чинників, що впливають на результативність навчання. З цією метою важливо правильно оптимізувати мережу закладів освіти та сприяти впровадженню змішаного навчання в опорних школах.

Карантинні обмеження, зумовлені пандемією COVID-19, активізують розроблення та запровадження технологій дистанційного та змішаного навчання природничо-математичних предметів та інтегрованих курсів у закладах загальної середньої освіти, а також нових підходів в організації позашкільної освіти.

8. Актуальним є посилення методичної підготовки студентів закладів вищої педагогічної освіти, збільшення годин на педагогічну практику, включення до змісту підготовки студентів та програми підвищення кваліфікації учителів природничо-математичних предметів та курсів методик інтегративного навчання, розвитку критичного мислення, дослідницьких та інформаційно-комунікативних умінь, набуття досвіду застосування теорії в життєвих ситуаціях, роботи з різними форматами інформації та даних.

Система нормативних та вибіркових навчальних дисциплін має забезпечити формування в майбутнього вчителя інтегрованих природничо-математичних знань як основи ключової компетентності в галузі математики, природничих наук, техніки й технологій, готовності до реалізації STEM- освіти.

Для якісного оновлення шкільної природничо-математичної освіти недостатньо перманентного оновлення. Потрібно вибудувати прогресивні підходи, що враховують кращий вітчизняний і зарубіжний досвід, результати порівняльних та прогностичних досліджень, тенденції суспільного розвитку та нову філософію освіти.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Биковський Я. Т. Порівняльний аналіз сучасного стану освітніх результатів учнів з фізики і математики: 2008–2018 рр. *Наукові записки НПУ імені М. П. Драгоманова: зб. наук. ст.* Київ: НПУ, 2019. Вип. СХLII (142). С. 32–43. (Серія «Педагогічні науки»).
2. Біологія. 6-11 класи. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Київ: Шкільний світ, 2001. 144 с.
3. Біологія. 7-11 класи. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Біологія. 7-11 класи. Київ: Ірпінь: Перун, 2005. 88 с.
4. Біологія: навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів; оновлені на компетентнісній основі навчальні програми для 6-9 класів; методичні коментарі провідних науковців щодо впровадження ідей Нової української школи. Київ: УВЦ «Оріон», 2017. С. 16–62.
5. Буковська О. І., Васильєва Д. В., Сільвестрова І. А., Фурман М. С. *Алгебра і початки аналізу: підручник для 10 класу (профільний рівень)*. Київ: КОНВІ ПРИНТ, 2019. 192 с.
6. Буковська О.І., Глобін О.І., Васильєва Д.В., Сільвестрова І.А. *Алгебра: підруч для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл.* Київ : Педагогічна думка, 2017. 320 с.
7. Бурда М. І. Методичні вимоги до підручника з математики рівня стандарту. *Проблеми сучасного підручника: збірник наукових праць*. Київ: Педагогічна думка, 2018. Вип. 19. С. 70–78.
8. Бурда М. І., Мальований Ю. І., Тарасенкова Н. А., Колесник Т. В. *Математика (алгебра і початки аналізу та геометрія, рівень стандарту): підруч. для 10 класу закладів загальної середньої освіти*. Київ: УОВЦ «Оріон», 2018. 299 с.
9. Бурда М. І., Тарасенкова Н. А., Васильєва Д. В., Вашуленко О. П. Концепція математичної освіти 12-річної школи. *Математика в рідній школі*. 2018. № 7–8. С. 2–8.
10. Бурда М. І., Тарасенкова Н. А. *Геометрія: підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закл.* Київ: УОВЦ «Оріон», 2017. 224 с.
11. Бурда М.І. Зміст підручників з математики у контексті результатів дослідження PISA. *Проблеми сучасного підручника: збірник наукових праць*. Київ: Педагогічна думка, 2020. Вип. 24. С. 14–21.
12. Бурда М.І. Тарасенкова Н.А. Богатирьова І. М., Коломієць О. М, Сердюк З. О. *Геометрія. Профільний рівень : підруч. для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл.* Київ: УОВЦ «Оріон», 2020. 256 с.
13. Бурда М.І. Прикладна спрямованість змісту шкільної математичної освіти *Наукове забезпечення розвитку освіти в Україні: актуальні проблеми теорії і практики (до 25-річчя НАПН України): зб. наук. праць*. К.: Вид. дім «Сам», 2017. С. 211–216.

-
14. Васильєва Д. В. Науково-дослідницька діяльність учнів в умовах реалізації компетентнісного підходу до навчання математики. *Педагогічні науки : теорія, історія, інноваційні технології. Науковий журнал*. Суми: СумДПУ. 2016. № 2 (56). С. 35–47.
 15. Васильєва Д. В., Горошкін І. О., Надтока В.О. *Формування в учнів основної школи математичної, природничої й читацької грамотності в контексті Міжнародного моніторингового дослідження PISA*. URL: <http://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/725485>.
 16. Васильєва Д. Змішане навчання на уроках математики. *Математика в рідній школі*. 2019. № 1–2. С. 59–63.
 17. Васильєва Д. В. Аксіологічний потенціал підручників з математики для старшої школи. *Проблеми сучасного підручника: зб. наук. праць* / [ред. кол.; голов. ред. – О. М. Топузов]. К. : Педагогічна думка. 2015. Вип. 15. Ч. 1. С. 70–78.
 18. Васильєва Д., Горошкін І., Надтока В. *Збірник завдань для перевірки грамотності (за технологією PISA)*. URL: <https://undip.org.ua/library/zbirnyk-zavdan-dlia-perevirky-hramotnosti-za-tekhnohohiieu-pisa/>.
 19. Випускники з високими балами не йдуть вчителі. URL: <https://ru.osvita.ua/vnz/61671/>.
 20. Вішнікіна Л. П. *Компетентнісне навчання географії в основній школі: монографія*. Полтава: ТОВ «АСМІ», 2017. 407 с.
 21. Географіка. Географічний портал. URL: http://geografica.net.ua/publ/galuzi_geografiji/metodika_vikladannja_geografiji/35.
 22. Головка М. В. Тенденції модернізації змісту шкільної фізичної та астрономічної освіти. *Педагогічна освіта: теорія і практика : зб. наук. праць*. Кам'янець-Подільський, 2015. Вип. 18. С. 237–242.
 23. Державна національна програма «Освіта» («Україна XXI століття»): Постанова Кабінету Міністрів України від 3 листопада 1993 р. N 896. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896-93-%D0%BF#Text>.
 24. Державний стандарт базової і повної середньої освіти: Постанова Кабінету Міністрів України від 14 січня 2004 р. № 24. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/24-2004-%D0%BF>.
 25. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти: Постанова Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1392. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF#Text>.
 26. Державний стандарт базової середньої освіти: Постанова Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP200898.html.
 27. Експертиза шкільних підручників: інструктивно-методичні матеріали для експертизи проектів підручників для 9 класу загальноосвітніх навчальних закладів ; за заг. ред. О. М. Топузова. К. : Педагогічна думка, 2016. 128 с. URL: <https://choippo.edu.ua/rar/ekspert9.pdf>.

-
28. Енциклопедія освіти / Академія пед. наук України; головний редактор. В. Г. Кремень. Київ, 2008. 1040 с.
 29. Засекіна Т. М. *Інтеграція в шкільній природничій освіті: теорія і практика : монографія*. Київ : Педагогічна думка, 2020. 400 с.
 30. Климишин І. А. *Історія астрономії*. Івано-Франківськ : Гостинець, 2006. 652 с.
 31. Концепція астрономічної освіти (12-річна школа). URL : <http://www.astroosvita.kiev.ua/infoteka/articles/kontseptsiaa-astronomichnoi-osvity-1.php> (дата звернення: 13.10.2021).
 32. Концепція загальної середньої освіти (12-річна школа). Постанова Колегії Міністерства освіти і науки України та Президії Академії педагогічних наук України N 12/5-2 від 22.11.2001 м. Київ. *Інформаційний збірник Міністерства освіти і науки України*. 2002 р. N 2. URL : https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v_5-2290-01#Text.
 33. Концепція навчання географії України в основній та старшій школі / за заг. ред. д. пед. н. О. М. Топузова та к. пед. н. О. Ф. Надтоки. К.: ТОВ «КОНВІ ПРИНТ», 2018. 56 с. URL : <http://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/714119>.
 34. Концепція шкільної математичної освіти / розроб.: Бурда М. І., Слєпкань З. І., Литвиненко Г. М. *Освіта*. 1996. 31 лип. (№ 40). С. 2–4.
 35. Локшина О. Європейська довідкова рамка ключових компетентностей для навчання впродовж життя: оновлене бачення 2018 року. *Український педагогічний журнал*. 2019, № 3. С. 21–30. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/ukrpj_2019_3_5.
 36. Модельні навчальні програми для 5-9 класів Нової української школи. URL : <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/modelni-navchalni-programi-dlya-5-9-klasiv-novoyi-ukrayinskoji-shkoli-zaprovadzhuyutsya-poetapno-z-2022-roku>.
 37. Навчальні програми для 10-11 класів: Наказ МОН України від 14.07.2017 р №1407 / Міністерство освіти і науки України. URL : <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>.
 38. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів із навчанням українською мовою. 1–4 класи. Київ, 2011. 392 с.
 39. Назаренко Т. Г. *Методика навчання географії в профільній школі: теорія і практика: монографія*. Київ : Педагогічна думка, 2013. 380 с. URL: <http://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/9886>.
 40. Національний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2018 / кол. авт. : М. Мазорчук (осн. автор), Т. Вакулєнко, В. Терещенко, Г. Бичко, К. Шумова, С. Раков, В. Горох та ін. ; Український центр оцінювання якості освіти. Київ : УЦОЯО, 2019. 439 с. URL : http://pisa.testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/12/PISA_2018_Report_UKR.pdf.
 41. (НЕ)рівні можливості: чому різняться результати ЗНО в містах та селах. URL : <https://konkurent.ua/publication/58240/nerivni-mozhливosti-chomu-riznyatsya-rezultati-zno-v-mistah-ta-selah/>.

-
42. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої освіти: Міністерство освіти і науки України. URL : <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/media/reforms/ukrainska-shkola-compressed.pdf>
 43. Нова українська школа: основи Стандарту освіти. Львів, 2016. 64 с.
 44. Офіційний звіт про проведення в 2021 році зовнішнього незалежного оцінювання результатів навчання здобутих на основі повної загальної середньої освіти. Том 2. ; Український центр оцінювання якості освіти. Київ : УЦОЯО, 2021, 415 с. URL : http://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2021/08/ZVIT-ZNO_2021-Tom_2.pdf.
 45. Офіційні звіти Українського центру оцінювання якості освіти. URL : <https://testportal.gov.ua/ofzvrit/>.
 46. Природознавство; Біологія. 5-9 класи. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Київ: Видавничий дім «Освіта», 2013. 64 с.
 47. Про затвердження Умов прийому на навчання для здобуття вищої освіти у 2022 році: Наказ МОН України № 1098 від 13.10.2021. URL : <https://ru.osvita.ua/doc/files/news/99/9990/6166c7fa48a71900841269.pdf>.
 48. Про освіту: Закон України (Постанова ВР№ 1144-XII від 04.06.91, ВВР, 1991, № 34, ст. 452). URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1060-12#Text>.
 49. Про чисельність і склад педагогічних працівників закладів загальної середньої освіти Міністерства освіти і науки України, інших міністерств і відомств та приватних закладів. Інститут освітньої аналітики. URL : <https://iea.gov.ua/naukovo-analitichna-diyalnist/analitika/informatsijni-byuleteni/2021-2/informatsijni-byuleteni/>.
 50. Програма з математики для 10-11 класів (рівень стандарту)/ URL : <http://mon.gov.ua/activity/education/>.
 51. Програма з математики для 10-11 класів (профільний рівень). URL : <http://mon.gov.ua/activity/education/>.
 52. Програма з математики для 5-9 класів (оновлена). URL : <http://mon.gov.ua/activity/education/>.
 53. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 7—11 класи. Астрономія 11 клас / відп. за вип. І. Пархоменко. К. : Шкільний світ, 2001. 136 с.
 54. Прокопенко Н. Основні результати міжнародного порівняльного дослідження якості природничо-математичної освіти Timss 2011. К., 2013. URL : <https://bit.ly/2XAhURT>.
 55. Савченко О. Я. Розвиток змісту початкової освіти в умовах Державного суверенітету України: методологічний, законодавчий, дидактичний аспекти. *Початкова школа*. 2011. № 8. С. 25–29.

-
56. Савченко О. Я. Уміння вчитися — ключова компетентність молодшого школяра: Посібник. Київ, 2014. 176 с.
 57. Співаковський О. *346 вчителів математики та 109 – фізики*. URL : <http://osvita.ua/blogs/61551/>.
 58. Стан сформованості читацької та математичної компетентностей випускників початкової школи закладів загальної середньої освіти : Звіт про результати першого циклу загальнодержавного моніторингового дослідження якості початкової освіти. Сайт УЦОЯО. URL : <http://testportal.gov.ua/zvity-dani-2/>
 59. Стратегія розвитку освітніх оцінювань у сфері загальної середньої освіти в Україні до 2030 року. URL : https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/07/190523_Strategiya-osvitnih-otsinyuvan_UTSOYAO.pdf.
 60. Типова освітня програма для 5-9 класів закладів загальної середньої освіти (затверджена Наказом МОН від 19.02.2021 №235). URL : <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-tipovoyi-osvitnoyi-programi-dlya-5-9-klasiv-zagalnoyi-serednoyi-osviti>.
 61. Типова освітня програма закладів загальної середньої освіти III ступеня (затверджена Наказом МОН від 20.04.2018 № 408). URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-tipovoyi-osvitnoyi-programi-zakladiv-zagalnoyi-serednoyi-osviti-iii-stupenya-408>.
 62. Топузов О. М. Забезпечення якості загальної середньої освіти: на шляху до європейських стандартів. Український педагогічний журнал, 2015. № 1. С. 16—27.
 63. Топузов О. М. Становлення проблемного навчання в педагогічній науці. Рідна школа, 2015. № 1. С. 57—60.
 64. Топузов О., Калініна Л. Організаційні механізми управління закладами освіти: методології та теоретичні засади. Український педагогічний журнал. 2017. №4. С. 34—44.
 65. Хоменко О. В. Аналітичний звіт за результатами моніторингового дослідження щодо формування в учнів 5-х та 11-х класів загальноосвітніх навчальних закладів світоглядних і загальнокультурних уявлень про небесні тіла та Всесвіт у цілому. *Фізика в школах України*, 2009. № 15/16. С. 34—48.
 66. Яцків Я. С. Концепція викладання астрономії в середній школі України (обґрунтування і програма). *Актуальні проблеми вивчення природничо-математичних дисциплін у загальноосвітніх навчальних закладах України : матеріали всеукр. конф. (м. Київ, травень 1999 р.)*. Київ, 1999. С. 54.
 67. PISA 2018: основні результати та висновки. Що знають і вміють українські 15-річні учні /М. Мазорчук, Т. Вакуленко, В. Терещенко, Г. Бичко, К. Шумова, С. Раков, В. Горох ; Український центр оцінювання

-
- якості освіти. Київ : УЦОЯО, 2020. 17 с. URL : http://pisa.testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2020/07/National_report_short_PISA_2018.pdf.
68. Achieve. (2010). *Taking the Lead in Science Education: Forging Next-Generation Science Standards: International Science Benchmarking Report*. Achieve.org. URL : <https://www.achieve.org/publications/international-science-benchmarking-report>
69. Bartoszek, U. (2012). *Przyroda i nauka: program nauczania przyrody w szkole ponadgimnazjalnej*. Ośrodek Rozwoju Edukacji. Warszawa. URL : <http://www.bc.ore.edu.pl/dlibra/docmetadata?id=525&from=latest#>
70. Department of Education, Northern Ireland. (2011). *Count Read Succeed: a strategy to improve outcomes in literacy and numeracy*. URL : <https://www.education-ni.gov.uk/publications/count-read-succeedstrategy-improve-outcomes-literacy-and-numeracy>.
71. EACEA / Eurydice. (2011). *Science Education in Europe : National Policies, Practices and Research*. Brussels: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency. URL : <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/bae53054-c26c-4c9f-8366-5f95e2187634>
72. EACEA / Eurydice. (2015). *Mathematic Education in Europe: Common Challenges and National Policies*. Brussels: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency. URL : <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/3532f22d-eea2-4bb2-941b-959ddec61810>.
73. European Commission. (2020). *Education and Training Monitor 2020. EU targets for 2020 in education*. URL : <https://op.europa.eu/webpub/eac/education-and-training-monitor-2020/en/chapters/foreword.html>
74. European Mathematical Society Society (2015). *Current issues on Mathematics Education around Europe*. URL : https://www.euro-math-soc.eu/ems_education/Country_Reports_Education_Committe.pdf.
75. Finnish National Agency for Education. (2014). *National core curriculum for basic education 2014*. Helsinki:. URL : <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/encyclopedia/finland.html>.
76. Kelly, D.L., Centurino, Victoria, Martin, M.O., & Mullis, I.V.S. (Eds.) (2020). *TIMSS 2019 Encyclopedia: Education Policy and Curriculum in Mathematics and Science*. Northern Ireland. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/encyclopedia/northern-ireland.html>.
77. Kelly, D.L., Centurino, Victoria, Martin, M.O., & Mullis, I.V.S. (Eds.) (2020). *TIMSS 2019 Encyclopedia: Education Policy and Curriculum in Mathematics and Science*. England. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. URL : <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/encyclopedia/england.html>.

-
78. Kelly, D.L., Centurino, Victoria, Martin, M.O., & Mullis, I.V.S. (Eds.) (2020). TIMSS 2019 Encyclopedia: Education Policy and Curriculum in Mathematics and Science. Ireland. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. URL : <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/encyclopedia/ireland.html>.
 79. Lietuvos mokinių neformaliojo švietimo centras [Lithuanian Center of Nonformal Youth Education]. (n.d.). Mūsų eksperimentas [Our experiment]. URL : http://www.lmnc.lt/lt/musu_eksperimentas.
 80. Ministry of Education, Singapore (2013). *Science. Syllabus. Implementation starting with 2014 Primary Three Cohort*. Ministry of Education, Singapore. URL : <https://www.moe.gov.sg/-/media/files/primary/science-primary-2014.pdf?la=en&hash=02143C5C1BE89EA5F03F3A760E3EB74BC162D2C3>.
 81. Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (Eds.). (2017). *TIMSS 2019 Assessment Frameworks*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. URL : <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/frameworks/framework-chapters/mathematics-framework/>.
 82. Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., Kelly, D. L., & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science*. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website. URL : <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results/>.
 83. Mullis, I.V.S., Martin, M.O. &Foy, P. (2008). *TIMSS 2007 International Mathematics Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. Chestnut Hill, MA: Boston College, TIMSS and PIRLS International Study Center, p. 25.
 84. OECD (2019). *OECD Skills Strategy 2019: Skills to Shape a Better Future*. OECD Publishing, Paris. URL : <https://doi.org/10.1787/9789264313835-en>.
 85. Official Journal of the European Union. (04 June 2018). *Council Recommendation of 22 May 2018 on Key competences for lifelong learning*. Brussels: C 189/1. URL : https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.C_2018.189.01.0001.01.ENG&toc=OJ:C:2018:189:TOC
 86. Official Journal of the European Union. (28 May 2009). *Council Conclusions of 12 May 2009 on A Strategic Framework for European Cooperation in Education and Training ('ET 2020')*. Brussels: C 119. URL : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A52009XG0528%2801%29>.
 87. Projektas Jaunasis tyrėjas [The young researcher project]. (n.d.). URL : <http://www.jaunasis-tyrejas.lt/>.
 88. Streiner, D.L. (2003). Starting at the beginning: An introduction to coefficient alpha and internal consistency. *Journal of Personality Assessment*, 80(1), pp. 99–103.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

СТАН ТА ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ШКІЛЬНОЇ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ

Аналітико-методичні матеріали

За загальною редакцією дійсного члена НАПН України,
д.пед.н., проф. **О.М. Топузова.**

Авторський колектив:

М.І. Бурда (3.1), Д.В. Васильєва (3.1), Л.П. Величко (3.2.5),
Т.І. Вороненко (3.2.5), М.В. Головка (3.2.4), Д.О. Засєкін (3.2.4),
Т.М. Засєкіна (р. 1), О.Г. Козленко (3.2.2), Т.В. Коршевніюк (3.2.2),
І.П. Крячко (3.2.1), А.О. Логінова (3.2.3), О.І. Локшина (р. 1),
Ю.С. Мельник (3.2.4), Т.Г. Назаренко (3.2.3), О.В. Онопрієнко (р. 2),
В.В. Сіпій (3.2.4), О.М. Шпарик (р. 1), В.С. Яценко (3.2.3).

Укладач - *М.В. Головка*

Обкладинка – *Л. В. Лук'яненко*

Комп'ютерна верстка – *О. В. Сапура*

Підписано до друку 23.10.2021 р.
Формат 60х90 1/16 Гарнітура Calibri.
Друк офсетний. Папір офсетний.
Ум. друк. арк 11,937.
Наклад 300 пр.

Видавництво «Педагогічна думка»

04053, м. Київ, вул. Січових Стрільців, 52-а, корп. 2;
тел./факс: (044) 481-38-85
book-xl@ukr.net

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців, виготовників
розповсюджувачів видавничої продукції
Серія ДК №3563 від 28.08. 2009 р.